



EUROBATS



EUROBATS

Publication Series
No.

6

Europa sieht sich gezwungen, den Klimawandel und die Umweltverschmutzung zu bewältigen und nachhaltige Möglichkeiten zu finden, um den Energiebedarf zu decken. Daher wird die Förderung von alternativen Methoden zur Energiegewinnung, wie z.B. aus Windenergie, intensiviert. Die emissionsarme Gewinnung von Windenergie bietet zwar Vorteile für die Umwelt, verursacht aber auf der anderen Seite auch Probleme in der Tierwelt, wie z.B. für bestimmte Fledermausarten. Daher hat EUROBATS einen Leitfaden entwickelt, sowohl für die Untersuchung potentieller Gefahren von Windenergieanlagen für Fledermäuse, als auch zur Berücksichtigung der ökologischen Anforderungen von Fledermauspopulationen bei der Planung, dem Bau und Betrieb von Windenergieanlagen.

Die erste Version dieses Leitfadens wurde im Jahr 2008 veröffentlicht, mit dem primären Zweck, Planer und Entwickler aufmerksam zu machen auf die Notwendigkeit, Fledermäuse, deren Quartiere, Zugwege und Jagdhabitats zu berücksichtigen. Der Leitfaden sollte auch für lokale und nationale Genehmigungsbehörden von Interesse sein, die gefordert sind, strategisch nachhaltige Energiepläne zu erstellen. Ferner war er eine Grundlage für nationale Richtlinien, die daraufhin in mehreren Ländern veröffentlicht wurden.

Eine große Zahl von Forschungsvorhaben hat sich mit den Einflüssen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse beschäftigt, und das zunehmende Wissen machte eine Überarbeitung dieses Dokuments notwendig. Der überarbeitete Leitfaden ist anwendbar für größere Windfarm-Planungen, sowohl in dicht besiedelten als auch in ländlichen Regionen, sowohl an Land (onshore) als auch im

Meer (offshore). Einige Fallstudien wurden aufgenommen, um die Umsetzung von Vermeidungsmaßnahmen in manchen Ländern zu illustrieren. Die Mitgliedsstaaten sollen diesen Leitfaden zur Anpassung an die eigene Situation nutzen und entsprechend ihre nationalen Richtlinien ausarbeiten oder aktualisieren.



Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten *Überarbeitung 2014*

ISBN 978-92-95058-34-7
(gedruckte Version)

ISBN 978-92-95058-35-4
(elektronische Version)

L. Rodrigues • L. Bach • M.-J. Dubourg-Savage • B. Karapandža
D. Kovač • T. Kervyn • J. Dekker • A. Kepel • P. Bach • J. Collins
C. Harbusch • K. Park • B. Micevski • J. Minderman



Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, B. Karapandža, D. Kovač, T. Kervyn, J. Dekker, A. Kepel, P. Bach, J. Collins, C. Harbusch, K. Park, B. Micevski, J. Mindermann (2016): Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten – Überarbeitung 2014.

EUROBATS Publication Series No. 6 (deutsche Ausgabe). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 146 Seiten.

Herausgeber	UNEP/EUROBATS
Koordination	Dr. Suren Gazaryan, Tine Meyer-Cords / EUROBATS Sekretariat
Deutsche Bearbeitung	Dr. Christine Harbusch, Tine Meyer-Cords
Layout	Sandra Menzel

© 2016 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 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, das diese Publikation finanziell unterstützt hat.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Bezugsadresse:

UNEP/EUROBATS Sekretariat
United Nations Campus
Platz der Vereinten Nationen 1
53113 Bonn, Deutschland
Tel (+49) 228 815 24 21
Fax (+49) 228 815 24 45
E-mail eurobats@eurobats.org
Web www.eurobats.org

ISBN 978-92-95058-34-7 (gedruckte Version)
ISBN 978-92-95058-35-4 (elektronische Version)

Titelfoto: Fiona Mathews, UK

Das UN Umweltprogramm wirbt für umweltfreundliche Praktiken sowohl weltweit als auch bei eigenen Aktivitäten. Diese Publikation wurde auf chlorfreiem, FSC-zertifiziertem, 60 % Recycling-Papier unter Anwendung umweltfreundlicher Drucktechniken gedruckt. Unsere Vertriebsgrundsätze haben zum Ziel, den CO₂-Ausstoß des UN Umweltprogramms zu vermindern.



Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	6
1	Einleitung	7
2	Allgemeine Aspekte des Planungsprozesses	10
2.1	Phase der Standortwahl	11
2.2	Bauphase	13
2.3	Betriebsphase	14
2.4	Stilllegungsphase	15
2.5	Mikro- und Kleinwindkraftanlagen	15
3	Durchführung von Verträglichkeitsprüfungen	17
	Ziele der Verträglichkeitsprüfung im Zusammenhang mit Fledermäusen	19
3.1	Voruntersuchung	19
	Zusammenstellung und Überprüfung von existierenden Informationen	21
3.2	Untersuchung	22
3.2.1	Untersuchungsdesign	22
3.2.2	Untersuchungsmethoden	23
3.2.2.1	Windkraftanlagen im Binnenland	23
3.2.2.2	Windkraftanlagen im Offshore-Bereich	25
3.2.2.3	Mikro- und Kleinwindkraftanlagen	26
3.2.3	Untersuchungsaufwand	26
3.2.4	Art der Untersuchungen	27
3.2.4.1	Untersuchung für Windkraftanlagen an Land	27
	a) Untersuchung von wichtigen Quartieren	27
	b) Untersuchungen mit Fledermausdetektoren am Boden	27
	c) Aktivitätsuntersuchungen in der Höhe	28
	d) Geräteanforderungen	29
	e) Zeitpunkt der Untersuchung	29
	Manuelle Fledermausdetektor-Untersuchungen am Boden	29
	Automatische Fledermausdetektor-Untersuchung	
	an den vorgesehenen Windkraftstandorten	30
	Kontinuierliches automatisches Fledermausdetektor-Monitoring	30
	In allen Waldtypen	31
3.2.4.2	Offshore-Untersuchung	31
	a) Untersuchungen vom Land aus	32
	b) Untersuchungen auf See	32
	c) Zeitpunkt der Durchführung	32



3.2.5	Untersuchungsbericht und Auswertung	32	6.2	Was sind die besten Methoden, um mögliche Auswirkungen des Windkraftanlagenbaus auf Fledermäuse bei Verträglichkeitsprüfungen und beim Monitoring nach dem Bau (Methodenentwicklung) zu beurteilen?	60
3.3	Repowering / Erweiterung	34	6.3	Wie wirksam sind heutige Verminderungsmaßnahmen?	62
4	Monitoring der Auswirkungen	35	6.4	Wie groß ist die Wirkung auf die Population, vor allem der kumulative Effekt von Windparks?	62
4.1	Monitoring der Aktivität auf Gondelhöhe	35	6.5	In welchen Lebensräumen und Habitaten sollten Windkraftanlagen wegen der hohen Kollisionsrate nicht erlaubt werden?	63
4.2	Monitoring der Mortalität	37	6.6	Wie verhalten sich wandernde Fledermäuse über großen Wasserflächen, vor allem über Meeren? In welcher Anzahl zeigen sie dieses Verhalten?	64
4.2.1	Suche nach Schlagopfern bei Fledermäusen	38	6.7	Kleinwindkraftanlagen (KWA)	66
	a) Größe der Untersuchungsflächen	38	7	Inhalt der nationalen Leitlinien	67
	b) Zahl der untersuchten Windkraftanlagen	38	7.1	Die Entwicklung nationaler Leitlinien	68
	c) Zeitintervall zwischen den Untersuchungen	38	7.2	Die Übereinstimmung der nationalen Leitlinien mit den EUROBATS-Leitlinien	69
	d) Zeitplan des Monitorings	39	7.3	Der Inhalt der nationalen Leitlinien	70
	e) Untersuchungsmethoden und Aufzeichnungsergebnisse	39	7.4	Anpassung mit den Leitlinien an die örtlichen Gegebenheiten	72
4.2.2	Abschätzung der Schlagopfer	39	7.5	Die Gewährleistung der Umsetzung der Leitlinien	73
	a) Studien zur Verschleppung von Kadavern	40	8	Schlussfolgerungen und weitere Arbeiten	74
	b) Effizienzstudien der Suchpersonen	40	9	Referenzen / weiterführende Literatur	75
	c) Abschätzung der Schlagopferrate	42	10	Glossar	87
	d) Kumulierte Effekte	44		Dank	89
5	Vermeidung, Verminderung und Ausgleich	45	Anhang 1: Studien aus Europa (Aktualisierung von Tabelle 1 der EUROBATS Publication Series No. 3)	90	
5.1	Schlagopfer	46	Anhang 2: Nachgewiesene Fledermaus-Schlagopfer in Europa (2003-2014) – Stand 17.03.2016	134	
5.1.1	Vermeidung	47	Anhang 3: Maximale Entfernungen der einzelnen Arten zur Nahrungssuche und Flughöhen	136	
5.1.1.1	Planung der Lage der Anlagen	47	Anhang 4: Nachweisbarkeits-Koeffizienten zum Vergleich von Aktivitäts-Indizes	142	
5.1.1.2	Prävention der Zerstörung von Quartieren, während Fledermäuse anwesend sind	48			
5.1.1.3	Beseitigung der Anziehungsfaktoren	48			
5.1.2	Verminderung	49			
5.1.2.1	Fahnenstellung und Erhöhung von Anlauf-Windgeschwindigkeiten	49			
5.1.2.2	Abschreckung	53			
5.1.3	Ausgleichsmaßnahmen	53			
5.2	Verlust / Beeinträchtigung der Lebensräume	54			
5.2.1	Vermeidung	54			
5.2.2	Verminderung	55			
5.2.3	Ausgleichsmaßnahmen	55			
5.3	Störung	56			
5.3.1	Vermeidung	56			
5.3.2	Verminderung	57			
6	Forschungsprioritäten	58			
6.1	Warum kollidieren Fledermäuse mit Windenergieanlagen?	59			

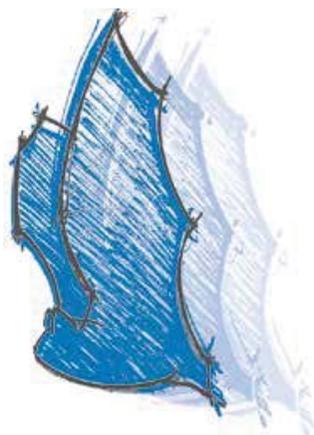
Vorwort

Der Resolution 4.7, die während der 4. Vertragsstaatenkonferenz von EUROBATS (Sofia, Bulgarien, 22.–24. September 2003) beschlossen wurde, folgend, wurde der Beratende Ausschuss des Abkommens aufgefordert, den Nachweis für die Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermauspopulationen zu bewerten. Auch sollten gegebenenfalls freiwillige Leitlinien für die Bewertung der potenziellen Auswirkungen auf Fledermäuse und für den Bau von Windkraftanlagen, unter Berücksichtigung der ökologischen Anforderungen der Fledermauspopulationen, entwickelt werden. Als Antwort auf diese Anforderung wurde in der 9. Sitzung des Beratenden Ausschusses (Vilnius, Litauen, 17.–19. Mai 2004) eine Interims-Arbeitsgruppe (Inter-Sessional Working Group, IWG) gegründet. Einige Mitglieder dieser IWG halfen, Leitlinien für die Beurteilung der möglichen Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse vorzubereiten, die auf

der 5. Vertragsstaatenkonferenz (Ljubljana, Slowenien, 4.–6. September 2006) als Anhang zur Resolution 5.6 angenommen wurden. Diese Leitlinien wurden in der Publikationsreihe von EUROBATS veröffentlicht (RODRIGUES *et al.* 2008). Laut Resolution 6.12 der 6. Vertragsstaatenkonferenz (Prag, Tschechische Republik, 20.–22. September 2010) sollten diese Leitlinien (und ggf. nachträglich aktualisierte Versionen) die Grundlage für nationale Leitlinien sein, die unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten entwickelt und umgesetzt werden.

Die Leitlinien wurden nachträglich aktualisiert und die überarbeitete Version (das hier vorliegende Dokument) wurde auf der 7. Vertragsstaatenkonferenz (Brüssel, Belgien, 15.–17. September 2014) als Anhang zur Resolution 7.5 angenommen.

Ausdrücke, die in Fett- und Kursivdruck hervorgehoben wurden, sind im [Glossar](#) enthalten.



1 Einleitung

Derzeit kommen 53 Fledermausarten im Abkommensgebiet von EUROBATS vor und sind im Rahmen des Abkommens aufgeführt. Fledermäuse sind gesetzlich in allen europäischen Ländern geschützt. Diejenigen Fledermausarten, die in den EU-Ländern vorkommen, werden durch die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie geschützt. Alle Arten sind in Anhang IV dieser Richtlinie aufgeführt (die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, erforderliche Maßnahmen zu treffen, um ein strenges Schutzsystem für diese Arten in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet zu etablieren) und einige von ihnen sind zusätzlich in Anhang II gelistet (Arten von gemeinschaftlichem Interesse, deren Erhalt die Ausweisung besonderer Schutzgebiete erfordert). Darüber hinaus sind die meisten Arten in einem oder mehreren Ländern in Europa auf der IUCN Roten Liste (IUCN 2014) aufgeführt.

Europa wird weiterhin mit der Notwendigkeit konfrontiert, den Klimawandel und die Umweltverschmutzung zu bekämpfen und nachhaltige Methoden zu finden, um die Nachfrage an Strom zu erfüllen. Dem Kyoto-Protokoll und der Richtlinie 2009/28/EC des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Förderung der Nutzung der Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EC und 2003/30/EC folgend, führt die Verpflichtung zu emissionsarmer Energieerzeugung zu einer erhöhten Förderung alternativer Methoden, zum Beispiel der Windkraft. Darüber hinaus wächst das

öffentliche und politische Bewusstsein zur Verminderung oder zum Beenden der Energieproduktion aus Kernkraft.

Windenergieanlagen (WEA) werden seit vielen Jahren als ein Problem für Vögel beschrieben (WINKELMAN 1989, PHILLIPS 1994, REICHENBACH 2002). In jüngster Zeit haben viele Studien belegt, dass Windkraftanla-



Eine tot aufgefundene Zwergfledermaus (Pipistrellus pipistrellus) mit gebrochenem Schädel unter einer Windkraftanlage (Deutschland). Auch Arten, die als in der Regel niedrig fliegend bekannt sind, werden als Opfer unter Windkraftanlagen gefunden. © H. Schauer-Weissshahn & R. Brinkmann

gen negative Auswirkungen auf Fledermäuse haben können (z.B. ARNETT *et al.* 2008, BAERWALD & BARCLAY 2014, RYDELL *et al.* 2010a, LEHNERT *et al.* 2014). Fledermäuse sterben an Windenergieanlagen entweder aufgrund einer Kollision und/oder durch Barotrauma (ARNETT *et al.* 2008, BAERWALD *et al.* 2008, GRODSKY *et al.* 2011, ROLLINS *et al.* 2012).

Es gibt verschiedene Gründe für die Anwesenheit von Fledermäusen rund um

Windkraftanlagen und die daraus resultierenden Schlagopfer. Selbstverständlich ist die Lage der Windkraftanlagen ein wichtiger Faktor (z.B. DÜRR & BACH 2004). Es gibt einige Beispiele aus Europa, bei denen aufgrund einer entsprechenden Verträglichkeitsprüfung Windkraft-Projekte mit einer für Fledermäuse unsachgemäßen Standortwahl aufgegeben wurden. [Anhang 1](#) fasst Studien aus Europa zusammen.

Bei geringen Windgeschwindigkeiten treten in größeren Höhen Insektenflug und Fledermausaktivität auf, wodurch die Anwesenheitswahrscheinlichkeit von Fledermäusen in der Nähe von Rotorblättern erhöht wird. Sicherheitsbeleuchtung am Boden der Anlage, die Farbe der Windkraftanlagen und akustische Effekte stehen ebenfalls im Verdacht, Fluginsekten und Fledermäuse in die Risikozone zu locken (HORN *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010b, LANGE *et al.* 2011).

Es wurde angenommen, dass die Beleuchtung für die zivile Luftfahrt oberhalb der Gondel auch Fledermäuse anlocken

kann, aber BENNET & HALE (2014) wiesen diese Hypothese zurück. Darüber hinaus können die äußeren Enden der Rotoren Geschwindigkeiten von bis zu 250-300 km/h erreichen, so dass sie für das Echolot der Fledermäuse nicht erfassbar sind (LONG *et al.* 2009, 2010a). Zusätzlich zu dem Risiko eines direkten Zusammenstoßes ändert der Wirbelschlepp-Effekt drastisch den Luftdruck in der Nähe der sich drehenden Rotoren. Dadurch erhöht sich die Risikozone und bewirkt fatale Barotraumen bei fliegenden Fledermäusen (BAERWALD *et al.* 2008). Insgesamt 27 europäische Fledermausarten wurden als Opfer unter Windkraftanlagen ([Anhang 2](#)) gefunden. Ausreichende **Vermeidungs-** und **Verminderungsmaßnahmen**, die diese Risiken berücksichtigen, sollten in der Umweltverträglichkeitsprüfung und in der von den Behörden vor der Betriebsphase zu erstellenden Genehmigung enthalten sein (siehe [Kapitel 5](#)).

Eine erste Fassung der Leitlinien mit dem Hauptzweck einer Sensibilisierung von Bauträgern und Planern über die Not-

wendigkeit, Fledermäuse und ihre Quartiere, **Wanderrouten** und Nahrungsplätze bei der Prüfung von Anträgen für Windkraftanlagen zu berücksichtigen, wurde im Jahr 2008 veröffentlicht. Leitlinien sollten auch für die lokalen und nationalen Genehmigungsbehörden von Interesse sein, die strategisch nachhaltige Energiepläne erstellen müssen. Darüber hinaus war sie eine Basis für nationale Leitlinien, die anschließend in mehreren Ländern veröffentlicht wurden.

Viel Forschungsarbeit über die Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse wurde durchgeführt und das vermehrte Wissen rechtfertigt die Aktualisierung des vorliegenden Dokuments. Diese Leitlinien gelten für größere Windparkprojekte in dicht besiedelten wie auch in ländlichen Gebieten, sowohl an Land als auch Offshore. **Kleinwindenergieanlagen** (KWA) werden kurz erwähnt, einschließlich einer Übersicht über die Arten von Fragen, die berücksichtigt werden müssen. Einige Fallstudien wurden einbezogen, um die Durchführung von **Verminderungsmaßnahmen** in einigen Ländern zu veranschaulichen. Die Mitgliedstaaten sollen diese Leitlinien zur Anpassung an die eigene Situation nutzen und entsprechend ihre nationalen Richtlinien erstellen oder aktualisieren.

Unter Berücksichtigung, dass die Vertragsparteien des EUROBATS-Abkommens sich zu dem gemeinsamen Ziel der Erhaltung der Fledermäuse in Europa verpflichtet haben, soll in Situationen,

in denen Fledermaus-Flugrouten Staatsgrenzen überschreiten, jede **strategische Umweltprüfung (SUP)** oder **Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)** von Windenergieplänen und -projekten mit dem Potenzial grenzüberschreitender Auswirkungen, internationale Zusammenarbeit verschiedener Regierungen anstreben.



Insekten können in Höhen reichlich vorkommen und Fledermäuse anlocken: schwärmende Ameisen in einer klebenden Insektenfalle an einer Gondel in Schweden © J. Rydell



2 Allgemeine Aspekte des Planungsprozesses

Planung ist in der Regel auf lokaler oder regionaler Ebene organisiert und jeder Standort oder jede Region hat ihre eigenen Strategien, um mit einer breiten Palette von Planungsfragen einschließlich der ökonomischen Entwicklung, des Verkehrs, des Wohnungsbaus, der Umwelt und der Energie umzugehen. Strategien der Planungspolitik müssen in Bezug auf Windkraftanlagen verschiedene Umweltfaktoren ansprechen.

Fledermäuse sollten auf höherer Ebene der Regionalplanung bei der Erstellung von Vorranggebieten für Windenergie **berücksichtigt werden**. Modellierung kann in einigen Fällen ein leistungsfähiges Werkzeug auf dieser regionalen Planungsebene sein (ROSCIONI *et al.* 2013, 2014; SANTOS *et al.* 2013).

Da Fledermäuse fast überall verbreitet sind und Fledermausmortalität bei Windkraftanlagen aus fast allen Landschaftstypen berichtet wird, ist es wahrscheinlich, dass Fledermäuse bei den meisten Errichtungen von Windparks beeinflusst werden. Daher sollten die zuständigen Behörden, die Genehmigungen erteilen und Entscheidungen für die Umweltbedingungen für Windenergieprojekte treffen, eine angemessene Verträglichkeitsprüfung für Fledermäuse einfordern (die Teil einer formalisierten, juristischen **SUP** oder eines **UVP**-Verfahrens sein kann aber nicht sein muss), bevor sie die Erlaubnis für einen Plan oder ein Projekt erteilen. Es ist auch notwendig, Strategien und Praktiken, die die Erfahrung an bestehenden Windparks wiedergeben, anzupassen, um

zu gewährleisten, dass die Fledermauspopulationen nicht gefährdet werden. Das Ziel einer Verträglichkeitsprüfung ist es, mögliche Auswirkungen auf lokale und wandernde Fledermauspopulationen zu bewerten, wie auch ortsspezifische **Vermeidungs-** oder **Verminderungsmaßnahmen** und Überwachungsprogramme zu entwerfen.

Die zuständigen Behörden können den Bau und den Betrieb von Windenergieanlagen mit Hilfe von Planungs- und Betriebsbedingungen und/oder Planungsauflagen regeln. Diese Bedingungen und Auflagen können eine Reihe von Sachfragen, einschließlich Größe, Layout, Lage des Projekts, und zeitliche Einschränkung des Betriebs der Anlagen beinhalten. Bei der Beurteilung von Bauanträgen für Windkraftanlagen und bei der Ausarbeitung von Bedingungen oder Auflagen, sollten Planer Auswirkungen wie Schlagopfer, Störung der Fledermäuse, Trennung von Quartieren und Jagdgebieten, Unterbrechung von **Transferflug-** oder **Wander**routen und/oder Lebensraumverlust oder -schäden berücksichtigen. Ferner sollten die Behörden verlangen, dass die Auswirkungen der Anlagen auf Fledermauspopulationen nach der Bauphase überwacht werden.

Die Strategien zur Verringerung der Auswirkungen sollten in der folgenden Reihenfolge auf Vermeidung der Auswirkungen, dann Minimierung (oder **Verminderung**) der Auswirkungen und letztendlich auf **Ausgleichsmaßnahmen** von übrigen

Effekten basieren. Dies ist als **Verminderungs-**Hierarchie bekannt.

Jede Phase des Baus von Windkraftanlagen (vor, während und nach dem Bau) kann mehr oder weniger starke Auswirkungen auf Fledermäuse haben.

2.1 Phase der Standortwahl

Die Mortalität von Fledermäusen an Windkraftanlagen erfolgt aufgrund einer Kollisi-

on und/oder eines Barotraumas (ARNETT *et al.* 2008, BAERWALD *et al.* 2008, GRODSKY *et al.* 2011, ROLLINS *et al.* 2012). Die Gründe, warum Fledermäuse in die Nähe von Windkraftanlagen fliegen und mit ihnen kollidieren, sind zahlreich (siehe **Kapitel 1**). Offensichtlich ist der Standort der Anlagen in Bezug auf den Fledermauslebensraum ein wichtiger Faktor (**Tabelle 1**).

Tabelle 1: Die wichtigsten Auswirkungen bezogen auf die Standortwahl von Windkraftanlagen (nach Bach & Rahmel 2004).

Auswirkungen im Zusammenhang mit der Standortwahl		
Auswirkungen	Im Sommer	Während der Wanderphase
Verlust von Jagdgebieten beim Bau der Zufahrtsstraßen, Gründungen der Fundamente usw.	Geringe bis mittlere Auswirkung, je nach Ort und Fledermausart, die an dieser Stelle vorkommt.	Geringe Auswirkungen.
Verlust von Quartieren beim Bau der Zufahrtsstraßen, Gründungen der Fundamente usw.	Wahrscheinlich hohe oder sehr hohe Auswirkung, je nach Standort und Fledermausart an diesem Standort.	Hohe oder sehr hohe Auswirkung, z.B. Verlust der Paarungsquartiere.

Bauträger sollten Windkraftanlagen weit weg von engen **Wander-** und **Transferflug**routen sowie weit weg von Bereichen, in denen sich Fledermäuse zur Nahrungssuche oder zum Schlafen sammeln, bauen. Windkraftanlagen können als Orientierungspunkt während der **Wanderung** oder des **Transferflugs** dienen, was das Problem der Kollision noch verschärfen könnte. Um national und regional wichtige Quartiere herum sollen Pufferzonen geschaffen werden. Das Vorhandensein von

Lebensräumen, die wahrscheinlich von Fledermäusen während ihres Lebenszyklus aufgesucht werden, wie beispielsweise Wälder, Bäume, Hecken, Feuchtgebiete, Gewässer, Wasserläufe und Bergpässe, sollten berücksichtigt werden. Das Vorhandensein dieser Lebensräume wird die Wahrscheinlichkeit der Anwesenheit von Fledermäusen erhöhen. Beispielsweise können große Flusstäler als **Wander**routen für Fledermäuse wie *Nyctalus noctula* oder *Pipistrellus nathusii* dienen. Doch selbst

bei Windparks in großen, offenen, landwirtschaftlich genutzten Flächen treten immer noch hohe Fledermausmortalitäten auf (BRINKMANN *et al.* 2011). Informationen über Lebensräume und Bereiche, an denen Windenergieanlagen einen Einfluss haben könnten, würde die Entscheidungsfindung erleichtern.

In einigen europäischen Ländern wurden ursprünglich viele Windkraftanlagen an unpassenden Stellen vorgeschlagen, an denen Auswirkungen auf Fledermäuse auftreten würden. Sie wurden letztendlich aufgrund entsprechender Verträglichkeitsprüfungen nicht gebaut. So wurden beispielsweise Windkraftprojekte in der Nähe des international bekannten Überwinterungsgebiets der Montagne Saint-Pierre/Sint-Pietersberg an der belgisch-niederländischen Grenze von den Behörden aus Fledermausschutz-Gründen abgelehnt.

Wegen der hohen Gefahr tödlicher Unfälle und der gravierenden Auswirkungen auf Lebensräume für alle Fledermausarten **sollten keine Windkraftanlagen in allen Arten von Wäldern oder in einem Umkreis von 200 m errichtet werden** (DÜRR 2007, KELM *et al.* 2014). Ältere Laubwälder sind sowohl in Bezug auf die Artenvielfalt als auch auf die Individuenzahl die wichtigsten Fledermauslebensräume in Europa (z.B. WALSH & HARRIS 1996a, b, MESCHÉDE & HELLER 2000, RUSSO & JONES 2003, KUSCH & SCHOTTE 2007), aber auch junge Wälder oder Nadelwald-Monokulturen können eine beträchtliche Fledermausfauna aufweisen (BARATAUD *et al.* 2013, KIRKPATRICK *et al.* 2014, WOJCIUCH-PŁOSKONKA & BOBEK 2014). Bei in Wäldern gebauten Windparks ist es oft notwendig, Bäume zu fällen, um den Bo-

den für den Bau von Windkraftanlagen einzubebenen und die Infrastruktur anzulegen. Dies kann möglicherweise zu einem erheblichen Verlust von Quartieren führen. Auch die daraus folgende Erhöhung von Waldrand-Habitaten verbessert die Möglichkeiten zur Nahrungssuche für Fledermäuse (KUSCH *et al.* 2004, MÜLLER *et al.* 2013, WALSH & HARRIS 1996a, b), was wiederum zu einem Anstieg der Fledermausaktivitäten in Nähe von Windkraftanlagen führen könnte und damit das Risiko von Schlagopfern erhöht. Darüber hinaus verringern so starke Veränderungen der Lebensräume die Wirksamkeit der Untersuchungen vor Baubeginn in Bezug auf die Vorhersage wahrscheinlicher Auswirkungen auf die Entwicklung von Fledermäusen.

In nordeuropäischen Ländern mit hohem Waldbestand kann es aufgrund des Mangels an alternativen Standorten notwendig sein, Wälder in der Auswahl der Standorte für Windparks mit einzubeziehen. Die Bedeutung dieser Bereiche für die Fledermauspopulationen muss bei der Planung auf strategischer Ebene berücksichtigt werden. Unter diesen Umständen sollte besonderes Augenmerk auf nationale Leitlinien und auf den Planungsprozess geworfen werden, so dass Windkraftanlagen nicht in Bereichen, die für Fledermäuse bedeutend sind, errichtet werden.

Trotz der Empfehlung, dass Windenergieanlagen nicht in jeglichen Arten von Wäldern oder deren Umkreis von 200 m gebaut werden sollten, wie es in der vorherigen Fassung dieser Leitlinie deutlich zum Ausdruck gebracht wurde (und in dieser Version beibehalten und weiter unterstützt wird), wurde der Bau von Windparks in Wäldern



*Windpark im Schwarzwald in Deutschland. Lokale Populationen der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) wie auch von wandernden Arten, wie beispielsweise des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*), wurde durch diese Windkraftanlagen beeinträchtigt. © H. Schauer-Weissahn & R. Brinkmann*

in einigen europäischen Ländern erlaubt, und diese sind bereits in Betrieb.

Daher sind, wenn auch ungenügend, Leitlinien für die Erhebung (siehe [Kapitel 3](#)), Überwachung (siehe [Kapitel 4](#)) und **Verminderungsmaßnahmen** (siehe [Kapitel 5](#)) von Windenergieanlagen in Wäldern in diesen Leitlinien vorgesehen, und es ist wegen der erhöhten Risiken für die Fledermäuse an diesen Standorten umso wichtiger, diesen streng zu folgen, als an anderen eher akzeptableren Standorten.

Pufferzonen von 200 m sollten auch zu anderen Lebensräumen eingehalten werden, die für Fledermäuse besonders wichtig sind, wie zum Beispiel Baumreihen, Hecken, Feuchtgebiete, Gewässer und Wasserläufe (z.B. LIMPENS *et al.* 1989, LIMPENS & KAPTEYN 1991, DE JONG 1995, VERBOOM & BEWERBUNG HUIJTEMA 1997, WALSH & HARRIS 1996a, b, KELM *et al.* 2014) sowie um alle Bereiche, in denen hohe

Fledermausaktivität aufgrund von Verträglichkeitsprüfungen festgestellt wurde. Niedrige Konzentrationen von Fledermausaktivität vor dem Bau kann nicht sicher anzeigen, dass es keine Auswirkungen auf Fledermäuse nach dem Bau geben wird, weil sich aufgrund der Anwesenheit von Windkraftanlagen und der **unterstützenden Infrastruktur**, so wie auch von Jahr zu Jahr, Fledermausaktivitäten ändern können. Die Pufferzone sollte vom äußeren Bereich der Rotorblätter und nicht von der Achse des Turms aus gemessen werden.

2.2 Bauphase

Bauaktivitäten, die wahrscheinlich Auswirkungen auf Fledermäuse haben, sollten wenn möglich so in Tages- und Jahreszeiten gelegt werden, dass sie sich nicht auf Fledermäuse auswirken. Dies erfordert Wissen über das lokale Vorkommen der einzelnen Fledermausarten in dem entsprechenden Gebiet, Kenntnis von der Anwesenheit von Winterquartieren und Wochenstuben und das Verständnis ihres Jahreszyklus. Ein typisches Jahr im Leben der Fledermäuse in Europa beinhaltet eine Zeit, in der sie aktiv sind und eine Periode, in der sie sich im Winterschlaf befinden. In Mitteleuropa sind Fledermäuse in der Regel von April bis Oktober aktiv, und sind in der Regel von November bis März weniger aktiv oder im Winterschlaf. Aber im wärmeren Süden und im maritimen Klima des Westens tritt der Winterschlaf nur von Mitte Dezember bis Februar (und in einigen milden Wintern bei einigen Populationen überhaupt nicht) ein. Die Zeiten der Aktivität und des Winterschlafs werden je nach geographischer Lage (Breite und Höhe) wie auch von einem Jahr zum anderen und

abhängig von den Umgebungswetterbedingungen variieren. Das Verhalten einiger Arten wird auch eine Rolle spielen, da einige kältetolerante Fledermausarten im Winter viel aktiver sind als andere.

Der Bau von Windkraftanlagen und alle **unterstützende Infrastruktur** für den Windpark einschließlich WEA-Fundamenten, Kran-Stellplätzen, temporären oder permanenten Zugangswegen, Kabeln für den Netzanschluss und Gebäude sollten als potenzielle Stör- oder Schadensquellen berücksichtigt werden.

Der Aufbau sollte zu geeigneten Zeiten durchgeführt werden, um Auswirkungen von Lärm, Vibrationen, Beleuchtung und andere damit zusammenhängende Störungen auf Fledermäuse gering zu halten. Die Bautätigkeit sollte in jedem Plan klar dargestellt werden, um sicher zu stellen, dass Arbeiten auf die am wenigsten empfindlichen Zeiten in diesem Gebiet beschränkt werden.

Gutachten erwähnen auch die Verwendung der Gondeln durch Fledermäuse als Quartiere. Lücken und Zwischenräume in den Energieanlagen sollten deshalb für Fledermäuse unzugänglich gemacht werden.

2.3 Betriebsphase

Je nach Lokalität und prognostiziertem Ausmaß der Auswirkungen (Tabelle 2) sollte der Einsatz von Planungs- und Betriebsbedingungen auf die Bau-Genehmigung für Windpark-Projekte erwogen werden, um den Betrieb von Windenergieanlagen in Zeiten hoher Fledermausaktivität wie beispielsweise während der **Herbstwanderung** und Perioden des **Schwärmens** zu unterbinden. Mögliche Planungs- und Betriebsbedingungen könnten das Herunterfahren der WEA in der Nacht in kritischen Zeiten des Jahres einschließen. Beispiele sind in **Kapitel 5** angegeben.

Tabelle 2: Die wichtigsten potenziellen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen (nach Bach & Rahmel 2004, verändert).

Betriebsbedingte Auswirkungen des Windparks		
Auswirkung	Sommerzeit	Während der Wanderphase
Verlust oder Verschiebung der Flugkorridore	Mittelhohe Auswirkungen	Geringe Auswirkungen
Schlagopfer	Geringe bis hohe Auswirkung, abhängig von der Art	Hohe bis sehr hohe Auswirkung

Windkraftanlagen und ihre unmittelbare Umgebung sollten in einer Weise bewirtschaftet und erhalten werden, dass sie

Insekten nicht anziehen (vorgeschlagene Maßnahmen für diese Empfehlung sind in **5.1.1.3** angegeben).

2.4 Stilllegungsphase

Die zuständigen Behörden können Bedingungen und/oder Planungsverträge in Baugenehmigungen einschließen, die sich bis zur Abbauphase erstrecken. Windkraftanlagen können einfach und schnell stillgelegt werden. Es sollte geprüft werden, die Stilllegung zu einer Zeit des Jahres durchzuführen, die Störungen für Fledermäuse und ihre Lebensräume minimiert. Bei der Ausarbeitung der Standortsanierung sollten die Behörden sicherstellen, dass für Fledermäuse und ihre Lebensräume günstige Bedingungen geschaffen werden.

2.5 Mikro- und Kleinwindkraftanlagen

Eine wachsende Zahl von **Kleinwindkraftanlagen** (KWA, auch als Mikro- oder Hauswindkraftanlagen bezeichnet) werden weltweit errichtet. Eine einheitliche Definition dessen, was eine KWA ist und ihrer Größe (Nabenhöhe als auch Rotationsfläche), fehlt und das Design ist sehr unterschiedlich, sodass ihre genaue Anzahl schwer zu ermitteln ist. Die World Wind Energy Association (WWEA) berichtet jedoch, dass bis zu 650.000 KWA mit einer Kapazität <100 kW bis 2010 weltweit installiert worden sind. Sie erzeugen 382 GWh Strom pro Jahr (WWEA 2012). Aufgrund ihrer im Vergleich zu größeren Windkraftanlagen geringeren Größe, werden KWA oft im Vergleich zu Windparks in eine bei weitem breitere Vielzahl von Lebensräumen (RENEWABLEUK 2012) errichtet.

Der Nachweis der Auswirkungen von größeren Windkraftanlagen auf die Tierwelt kann nicht direkt auf KWA extrapoliert werden (PARK *et al.* 2013), da letztere oft näher an menschlichen Siedlungen oder

auch an anderen Habitaten wie Hecken, Baumreihen und Gewässern errichtet werden (RENEWABLEUK 2012), die wahrscheinlich von einer großen Artenzahl von Fledermäusen genutzt werden. Die derzeit zur Verfügung stehende begrenzte Beweislage zu Auswirkungen der KWA auf die Tierwelt betrifft einen begrenzten Bereich von Anlagengrößen. In einigen europäischen Regionen (z.B. in einigen Bundesländern in Deutschland) ist die Erstellung von Leitlinien für KWA im Gange, aber in vielen Gegenden fordern die Planungsbehörden keine Verträglichkeitsprüfungen. **Die hier vorgestellten Empfehlungen beschränken sich auf KWA mit Nabenhöhen <18 m.**

Publizierte experimentelle Nachweise, die KWA-spezifisch sind, zeigen, dass die Fledermausaktivität (in erster Linie *Pipistrellus* spp. und in einem geringeren Anteil auch *Myotis* spp.) in unmittelbarer Nähe (1-5 m) der laufenden KWA um bis zu 50 % reduziert werden kann. Dieser Effekt verringert sich bei weiteren Entfernungen von den KWA (20-25 m) (MINDERMAN *et al.* 2012), was darauf hindeutet, dass Fledermäuse in Betrieb befindliche KWA meiden. Eine Laborstudie (LONG *et al.* 2009) zeigte, dass Ultraschallechos von bewegten KWA-Rotorblättern unvollkommen reflektiert wurden, was möglicherweise durch Verringerung des Erkennens der rotierenden Rotorblätter das Kollisionsrisiko erhöht und einen möglichen Mechanismus erklärt, warum Fledermäuse KWA meiden. Vor allem in Gebieten, in denen der geeignete Lebensraum (z.B. Nahrungsräume, **Transferflugstrecken**) bereits eingeschränkt ist, können Störungen oder Verdrängungseffekte als Folge einer solchen Vermeidung

nachteilige Auswirkungen auf die lokale Population haben. Arten, die offene Lebensräume bevorzugen (relativ hoch fliegende Arten), Arten, die in der Lage sind mehr unübersichtliche Lebensräume zu nutzen oder Arten, die häufig „Rand- oder Lücken-Lebensraum“ nutzen, sind wahrscheinlich mehr in Gefahr. Dies könnte *Barbastella* spp., *Eptesicus* spp., *Plecotus* spp., *Rhinolophus* spp., *Pipistrellus* spp. und *Myotis* spp. einschließen. Systematische Untersuchungen über Abschätzungen von Kollisions-Mortalitäten für KWA wurden bisher nicht veröffentlicht. MINDERMAN *et al.* (in Druck) fanden keine Kadaver während

171 systematischen Kadaver-Suchen an 21 KWA. In dieser Stichprobe berichteten nur 3 Eigentümer (von 212 befragten) von Fledermausopfern. In Kombination mit anderen Einzelfunden (BCT 2007) zeigt dies, dass in einigen Fällen Fledermaussterblichkeit eine ernsthafte Prüfung erfahren sollte.

Zusammenfassend ist nach derzeit vorliegendem Kenntnisstand klar, dass (1) in Betrieb befindliche KWA Störungen und/oder Vertreibung von Fledermäusen verursachen können, wodurch die Verfügbarkeit von potentiell wertvollem Lebensraum verringert wird, und (2) es an einigen Standorten zu Fledermausmortalität kommen kann.

3 Durchführung von Verträglichkeitsprüfungen

Windparks können eine Reihe von Auswirkungen auf Fledermäuse haben. Während ihrer Bauphase können Flugrouten, Jagdhabitats, Wochenstuben und Winterquartiere zerstört oder von Fledermäusen aufgegeben werden, und während ihres Betriebs können die WEA Fledermäuse aufgrund einer Kollision oder durch Barotrauma töten. Aus diesem Grund **ist es erforderlich, detaillierte Fledermausuntersuchungen im Rahmen von Verträglichkeitsprüfungen (die Teil einer formalisierten, juristischen SUP- oder eines UVP-Verfahrens sein können aber nicht sein müssen) für die geplanten Windparks durchzuführen.** Das Ziel der Verträglichkeitsprüfung ist es, mögliche Auswirkungen auf ansässige und wandernde Fledermäuse zu bewerten, sowie ortsspezifischen Schutz-, **Verminderungs-** oder **Ausgleichsmaßnahmen** und Monitoringprogramme vorzuschlagen.

Es ist wichtig, auf lokaler Ebene gute Kenntnis der Fledermauspopulationen, ihres biologischen Status und ihres Schutzzustandes an jedem der betreffenden Standorte zu haben. Diese Kenntnisse müssen in Umweltverträglichkeitsprüfungen erarbeitet werden. Dies ermöglicht die Durchführung geeigneter Minderungsmaßnahmen.

In den letzten Jahren wurde darüber debattiert, ob es notwendig ist, für die Verträglichkeitsprüfungen zu Fledermäusen alle vorgeschlagenen Windpark-Standorte zu beurteilen, oder ob es für ausreichend erachtet wird, pauschale Minderungsmaßnahmen ohne vorherige Verträglichkeitsprüfungen

anzuwenden. Mehrere Studien haben gezeigt, dass im Laufe eines Jahres die meisten toten Fledermäuse im Spätsommer und Herbst gefunden werden (ALCALDE 2003, ARNETT *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010a, BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012). Meist handelt es sich dabei um wandernde Arten (AHLÉN 1997, AHLÉN 2002, ARNETT *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010a, BRINKMANN *et al.* 2011, LIMPENS *et al.* 2013). Allerdings hat die Forschung gezeigt, dass je nach Land und dem genauen Standort auch lokal ansässige Fledermauspopulationen durch Windkraftanlagen beeinträchtigt werden können (ARNETT 2005, BRINKMANN *et al.* 2011). Fledermausmortalitäten treten auch im Frühling und Frühsommer auf, insbesondere in den südlichen Teilen Europas (ZAGMAJSTER *et al.* 2007, CAMINA 2012, GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, BEUCHER *et al.* 2013). Unter Berücksichtigung dieser Informationen sollten für alle Standorte Verträglichkeitsprüfungen über Fledermäuse ausgearbeitet werden, um festzustellen, ob die Lage des Windparks geeignet ist und um sie bei Bedarf anpassen zu können, um ortsspezifische **Verminderungs-** oder **Ausgleichsmaßnahmen** zu entwickeln und um ein entsprechendes Monitoring nach dem Bau zu planen. Diese Verpflichtung wurde in den Beschlüssen 5.6, 6.11 und 7.5 der jeweiligen 5., 6. und 7. Vertragsstaatenkonferenz von EUROBATS bestätigt.

Die Verträglichkeitsprüfung sollte in Bezug auf die vorgeschlagenen Windkraftanlagen die Fledermausarten identifizieren und die Zeiten des Jahres, in denen sie anwesend sind, sowie ihre räumliche



Windpark auf einem Bergrücken am Rande eines Buchenwaldes, errichtet im Jahr 2002 (Aveyron, Frankreich). Zu dieser Zeit waren die Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse kaum bekannt und es wurde keine Umweltverträglichkeitsprüfung für Fledermäuse durchgeführt. © M.-J. Dubourg-Savage

Verteilung (horizontal sowie vertikal) feststellen. Auch sollten die mikroklimatischen Bedingungen (wie z.B. Windgeschwindigkeit, Temperatur, Niederschlag) mit Fledermaus-Aktivitäten korreliert werden. Dies ermöglicht die Erstellung eines gezielten **Vermeidungs-** und **Verminderungs-**Programms, welches die Aufgabe des Projektes, Standortveränderungen für einige der vorgeschlagenen Windkraftanlagen, standortspezifischen Einsatz der **Fahnenstellung**, höhere **Anlauf-Windgeschwindigkeiten**, das zeitweise Herunterfahren von WEA, um die entsprechenden Mortalitäten zu verhindern oder zu reduzieren, wie auch ein Monitoring nach dem Aufbau der Windkraftanlage, einschließen kann. Zuverlässige Daten über Fledermausaktivitäten sind auch notwendig, damit Windparkbetreiber das wirtschaftliche Risiko des Windparks berechnen können.

Aktuelle Generationen von hohen Windkraftanlagen ermöglichen wirtschaft-

liche Energieproduktion in nahezu allen Landschaften. Unabhängig von der Landschaft ist es wichtig zu wissen, dass größere Windkraftanlagen nicht unbedingt die Schlagopferzahlen reduzieren (GEORGIAKAKIS *et al.* 2012). Größere Rotoren können im Gegenteil sogar die Sterblichkeit erhöhen (ARNETT *et al.* 2008). Studien haben auch gezeigt, dass selbst in scheinbar ungeeigneten Fledermaushabitaten, wie z.B. großen offenen landwirtschaftlich genutzten Ebenen, Windkraftanlagen hohe Sterblichkeit verursachen können (BRINKMANN *et al.* 2011). Windparks auf Bergspitzen und in offenen Küstenebenen können die gleichen Ergebnisse erbringen (GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, BACH *et al.* 2013b). Bei Windparks in Wäldern können die Auswirkungen insbesondere für lokale Fledermauspopulationen noch verschärft werden (siehe [Kapitel 2.1](#)).

Die Methoden der Fledermaus-Verträglichkeitsprüfungen müssen die **Wanderzeiten** im Sommer, im Frühjahr und im Herbst berücksichtigen, aber auch Winterperioden in Südeuropa, um die Auswirkungen zufriedenstellend zu vermeiden oder zu mildern. Es ist wichtig, dass die zuständigen Behörden sich an renommierte Fledermausexperten wenden, um mögliche Auswirkungen der Windkraftanlagen auf Fledermäuse zu berücksichtigen (z.B. BACH & RAHMELE 2004, DÜRR & BACH 2004, MITCHELL-JONES 2004, MEEDDM 2010, BRINKMANN *et al.* 2011, SFPEM 2012, MEDDE 2014).

Wenn zwischen der Untersuchung vor dem Bau und dem Bau der Windkraftanlage mehr als 3 Jahre vergehen, kann es notwendig sein, die Untersuchung direkt vor dem Bau zu wiederholen. Dieser Punkt sollte in den nationalen Leitlinien oder Rechtsvorschriften hervorgehoben werden.

Der folgende Abschnitt enthält Informationen über die nicht gesetzlichen Verträglichkeitsprüfungen. Bauträger müssen auch formale Prüfungen durchführen, um den nationalen Rechtsvorschriften oder nationalen Anforderungen gemäß UVP und SUP zu genügen, sofern vorgeschrieben. Da Fledermausschlagopfer in fast allen Landschaften auftreten, wird eine Verträglichkeitsprüfung in der Regel erforderlich sein, bevor eine zuständige Behörde eine Entscheidung über die Genehmigung für ein Windkraftprojekt trifft.

Aufgrund von Erkenntnissen aus jüngster Forschung und technischer Entwicklung der letzten Jahre weicht das Design der Untersuchung, wie es in diesem Dokument empfohlen wird, von früheren Versionen ab.

Ziele der Verträglichkeitsprüfung im Zusammenhang mit Fledermäusen

Eine Liste von Fragen sollte in einer Fledermaus-Verträglichkeitsprüfung wie folgt beantwortet werden, damit die möglichen Auswirkungen eines Windparks auf Fledermäuse angemessen beurteilt werden können:

- Welche Fledermausarten kommen am Standort und in seiner Nähe vor?
- Welche Aktivitäten zeigen die vorkommenden Arten und wie verändert sich die Aktivität während eines Jahres (unter Berücksichtigung eines vollen Jahreszyklus der Fledermausaktivität)?
- Wie nutzen Fledermäuse die Landschaft am Standort und in seiner Umgebung (gibt es Wochenstuben, Winterquartiere, Flugrouten, Jagdgebiete und/oder **Wanderrouten**)?
- Was sind die erwarteten Auswirkungen des Projekts auf Fledermäuse und ihre Lebensräume vor, während und nach

dem Bau (z.B. Störung, Zerstörung oder Verlust der Funktion der Quartiere, Flugrouten oder Jagdgebiete und Mortalität) und was ist ihre Bedeutung?

- Wenn erhebliche Auswirkungen zu erwarten sind, welche standortspezifischen Maßnahmen werden ergriffen, um diese Auswirkungen zu vermeiden, zu verringern und zu kompensieren?
- Welche Methode, welcher Umfang und welcher Zeitplan sollte für ein Monitoring in der Phase nach dem Bau im Projekt angewendet werden?

3.1 Voruntersuchung

In einem ersten Schritt ist das Ziel einer Voruntersuchung zu ermitteln, welche Fledermausarten aus dem lokalen Bereich bekannt sind und welche Landschaftselemente von Fledermäusen genutzt werden könnten. Die Ergebnisse dieser Bewertung werden das Untersuchungs-Design beeinflussen. Angesichts der Auswirkungen, die Windkraftanlagen auf Fledermäuse haben können, wird empfohlen, dass eine Voruntersuchung für alle neuen Anträge von **Windkraftanlagen an Land** und **Offshore-Windkraftanlagen** durchgeführt werden sollte. Eine Voruntersuchung ist ein erster Schritt, um Erkenntnisse über die voraussichtlichen Auswirkungen des Antrags auf Fledermäuse zu sammeln. Aber sie kann nicht als Ersatz für eine Verträglichkeitsprüfung verwendet werden. Sie kann jedoch den Bauträger in seiner Entscheidung über die Eignung des Standortes für den Windkraftanlagenbau unterstützen und helfen, eine detaillierte Untersuchung ordnungsgemäß zu gestalten.

Die folgenden Betrachtungen sollten als Teil einer Voruntersuchung enthalten sein.

Kollisionsrisikoniveau für die europäischen Fledermausarten

Im Rahmen der europäischen Rechtsvorschriften, insbesondere der FFH-Richtlinie, sind alle Fledermäuse individuell geschützt, was bedeutet, dass es rechtswidrig ist, eine Fledermaus absichtlich zu töten.

Mortalitäts-Studien während der letzten Jahre haben gezeigt, dass verschiedene Fledermausarten aufgrund ihres unterschiedlichen Verhaltens und ihres unterschiedlichen Flugstils von Windenergieanlagen unterschiedlich stark betroffen sind (RYDELL *et al.* 2010a, BRINKMANN *et al.* 2011, FERRI *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012, CAMINA 2012, GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, SANTOS *et al.* 2013). Fledermausarten, die im freien Luftraum fliegen und jagen (Luftjäger) sind einem hohen Risiko einer

Kollision mit Windkraftanlagen ausgesetzt (BAS *et al.* 2014). Einige dieser Arten wandern auch lange Strecken in großer Höhe, was das Kollisionsrisiko ebenfalls erhöht (z.B. *N. noctula*, *P. nathusii*). Im Gegensatz dazu haben Fledermäuse, die bei der Nahrungssuche in der Nähe der Vegetation fliegen, ein geringeres Risiko einer Kollision mit Windkraftanlagen.

Tabelle 3 zeigt das Kollisionsrisiko von europäischen und mediterranen Fledermaus-Arten, für die das EUROBATS Abkommen anzuwenden ist, mit Windkraftanlagen in offenen Habitaten. Sobald Windkraftanlagen in Laub- oder Nadelwäldern oder an Waldrändern stehen, kann dies das Kollisionsrisiko für einige Arten erheblich erhöhen.

Tabelle 3: Niveau des Kollisionsrisikos mit Windkraftanlagen (ohne Mikro- und Kleinwindanlagen) für europäische und in Europa vorkommende mediterrane Fledermausarten, für die das EUROBATS Abkommen anzuwenden ist (Kenntnisstand: September 2014).

Hohes Risiko	Mittleres Risiko	Niedriges Risiko	Unbekannt
<i>Nyctalus</i> spp.	<i>Eptesicus</i> spp.	<i>Myotis</i> spp. **	<i>Rousettus aegyptiacus</i>
<i>Pipistrellus</i> spp.	<i>Barbastella</i> spp.	<i>Plecotus</i> spp.	<i>Taphozous nudiventris</i>
<i>Vespertilio murinus</i>	<i>Myotis dasycneme</i> *	<i>Rhinolophus</i> spp.	<i>Otonycteris hemprichii</i>
<i>Hypsugo savii</i>			<i>Miniopterus pallidus</i>
<i>Miniopterus schreibersii</i>			
<i>Tadarida teniotis</i>			

* = in wasserreichen Gebieten

** = ausschließlich *Myotis dasycneme* in wasserreichen Gebieten

Zusammenstellung und Überprüfung von existierenden Informationen

Eine Reihe von Informationsquellen sollte überprüft werden, um potenzielle Lebensräume für Fledermäuse am Standort und in seiner Umgebung zu erkennen und um bestehende Aufzeichnungen von Fledermäusen in der Umgebung zu identifizieren. Diese sollten umfassen:

- jüngste Luft- und Satellitenaufnahmen / Landkarten / Karten über Habitaterfassungen,
- Verbreitungskarten,
- Datenbanken von Schutzgebieten (z.B. Natura 2000-Gebiete),
- Aufzeichnungen bekannter Quartiere und Fledermaus-Sichtungen (für Offshore-Standorte könnten Daten von Bohrinseln, Leuchttürmen und andere Aufzeichnungen vom offenen Meer oder von Küsten enthalten sein),
- vorhandene Kenntnisse der Vogelzuglinien, da sie Informationen über Fledermauswanderungen enthalten könnten,
- vorhandene Kenntnisse über **Wanderungen** europäischer Fledermausarten,
- Arbeiten und Berichte zur Ökologie von Fledermäusen.

Gegebenenfalls sollten Kontakte mit den wichtigsten Organisationen, die Daten über Fledermäuse haben, geknüpft werden. Zu diesen Organisationen können gehören:

- lokale Fledermausgruppen,
- biologische Daten-Zentren,
- Wildtier-Stiftungen,
- Naturschutzorganisationen,
- Fledermausschutz-Organisationen,
- Naturkundemuseen,
- universitäre Forschungseinrichtungen,
- lokale, regionale oder Landesbehörden;

- Berater, die in dem Bereich gearbeitet haben.

Es wird empfohlen, dass bei Windkraftanlagen an Land die Voruntersuchung alle verfügbaren Daten über Fledermäuse in einem Radius von wenigstens 10 km um den Windkraftstandort berücksichtigen sollte. In einigen Fällen kann ein größerer Radius angebracht sein (z.B. bei wichtigen Kolonien von Arten, die lange Strecken zu Nahrungsgebieten aufsuchen (Anhang 3)).

Wanderrouten über Land und Offshore sollten ebenfalls berücksichtigt werden. Es sollte besonders auf Fledermauswanderungen geachtet werden, wenn Windkraftanlagen in der Nähe von bedeutenden Landschaftselementen vorgeschlagen werden, wie beispielsweise Flusstäler, Berggrücken, Bergpässe und Küstenlinien. Bei Offshore-Vorschlägen sollte ebenfalls der Standort der Windkraftanlage in Bezug auf die **Wander**wege von den Hauptlandmassen zu Inseln berücksichtigt werden, insbesondere wenn es bereits Aufzeichnungen von Fledermäusen auf Inseln, Bohrinseln usw. gibt.



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

Diese Bewertung kann Bereiche ausschließen, die aus Fledermaussicht unangemessene Standorte für Windenergieanlagen sind (z.B. Nähe zu wichtigen Fledermausquartieren, geschützte und für Fledermausschutz vorgesehene Bereiche, Laub- oder Nadelwälder, 200-m-Pufferzonen von Waldrändern, Baumreihen, Hecken, Feuchtgebieten, Gewässern und Wasserläufen).

3.2 Untersuchung

3.2.1 Untersuchungsdesign

Das Untersuchungsdesign wird sich, in Abhängigkeit vom vorgesehenen Standort der Windenergieanlagen und von den Ergebnissen der Voruntersuchung, unterscheiden. Es sollte angegeben werden:

- der räumliche Bereich der Untersuchung, der genau die Größe und die Anzahl von Windkraftanlagen und die **unterstützende Infrastruktur** wie beispielsweise Kranfundamente, Zufahrten und Netzanschlüsse, darstellen sollte,
- die potenzielle Nutzung des Bereichs durch Fledermäuse (ergibt die Voruntersuchung),
- wie das oben Aufgeführte den zeitlichen Ablauf und den Aufwand der Untersuchungsarbeiten beeinflussen kann.

Größere Rotorblätter von Windkraftanlagen haben eine typische Rotationszone zwischen 40 und 220 Metern über dem Boden. Deshalb sollte die Höhe, in der die Untersuchungsarbeiten stattfinden, beachtet werden. Solche Anlagen beeinflussen am ehesten hoch fliegende Arten. Trotzdem wird empfohlen, dass alle Arten berücksichtigt und innerhalb der gesamten Verträglichkeitsprüfung bewertet werden.



Wettermast mit Fledermaus-Detektoren für die Aufzeichnung der Fledermausaktivität auf der Höhe der Kollisionsrisikozone, Frankreich. © J. Sudraud

Wann immer möglich (zum Beispiel, wenn es bereits einen Wettermast im geplanten Bereich gibt) wird empfohlen, dass die Aktivität von Fledermäusen auf der Höhe der Kollisionsrisikozone gemessen wird, beispielsweise an der Unterseite des Rotorblatt-Fegebereichs einer Windkraftanlage.

Angesichts der möglichen Auswirkungen von Windparks auf Fledermäuse ist es (für eine genaue und vollständige Verträglichkeitsprüfung) wichtig, den vollen Jahreszyklus der Fledermausaktivität zu berücksichtigen. Dies schließt die Untersuchung der Möglichkeit der Anwesenheit von vorhandenen Winterquartieren und

ihre Kontrolle, so sie vorhanden sind, ein. Der Zyklus der Fledermausaktivität kann Mitte Februar beginnen und Mitte Dezember enden, ist aber wahrscheinlich kürzer in nördlichen Bereichen. In einigen Regionen im Süden Europas (z.B. den Küsten Griechenlands und Montenegros) kann der Winterschlaf gänzlich fehlen und die Untersuchungen sollten daher das ganze Jahr über fortgesetzt werden. Die Intensität der Untersuchungsarbeiten während dieser Zeit kann auch von der Lage (z.B. aufgrund der Anwesenheit von wandernden Fledermäusen) der vorgesehenen Windkraftanlagen und der möglichen Nutzung des Bereichs durch Fledermäuse abhängen.

Die Untersuchungen sollten Informationen über Quartiere, Nahrungssuche und **Transferflüge** lokaler Fledermauspopulationen zusammen mit der Identifizierung von Fledermauswanderungen durch diese Gegend, enthalten. Infolgedessen empfiehlt es sich, eine höhere Intensität der Untersuchungen ins Frühjahr und in den Herbst zu legen, wenn Fledermäuse wandern, weil diese Aktivität schwieriger zu beobachten, tendenziell weniger berechenbar und zudem abhängig von den Wetterbedingungen ist. Der Zeitpunkt für solche lokalen Erhebungen kann durch lokales Wissen darüber, wann überwinterte Fledermäuse hervorkommen, wann sich Wochenstuben zerstreuen, wann die Paarungszeit beginnt und wann das **Schwärmen** in dieser Region beobachtet wird, gelenkt werden.

3.2.2 Untersuchungsmethoden

3.2.2.1 Windkraftanlagen im Binnenland

Bei Untersuchungen der vorgesehenen Windparks sollten die besten Methoden und Geräte für den betreffenden Lebensraum

verwendet werden. Dies schließt im Allgemeinen die Verwendung von **manuellen** und **automatischen Fledermaus-Detektoren** ein. Mögliche Quartiere sollten auch untersucht werden. Insbesondere in Bereichen mit großem Vorkommen von Kalksteinkarst werden häufig bisher unbekannte Quartiere entdeckt. Wenn Windparks oder Infrastruktur, die mit Windparks verbunden ist, in Wäldern geplant werden, sind intensivere Methoden erforderlich, wie z.B. Erhebungen mittels Fledermausdetektor über den Baumkronen, Fänge zur Überprüfung von Arten und Status (unter Verwendung von Fangnetzen für Fledermäuse und/oder Harfenfallen) und in Ausnahmefällen radiotelemetrische Besenderung, um Baumquartiere zu finden.

Wann immer möglich, sollten aufgrund der Höhenbereiche neuer Windkraftanlagen bestehende Strukturen (Türme oder Masten) im Untersuchungsgebiet genutzt werden, um automatische Detektorsysteme in den entsprechenden Höhen (vorzugsweise auf Höhe des vorgesehenen Rotorblatt-Fegebereichs) zu installieren. Die Wetterbedingungen (Temperatur, Niederschlag, Wind) sollten immer überwacht und während der Durchführung der Untersuchung aufgezeichnet werden.

Für Windpark-**Repowering** und Untersuchungen zu Windparkerweiterungen können bestehende Windkraftanlagen verwendet werden, um **automatische Fledermaus-Detektor**-Systeme in der Gondel zu installieren (siehe BRINKMANN *et al.* 2011).

Versuche mit **automatischen Fledermaus-Detektoren** an Drachen oder Ballons (z.B. FENTON & GRIFFIN 1997; SATTLER & BONTADINA 2006; McCracken *et al.* 2008; ALBRECHT & GRÜNFELDER 2011) haben gezeigt, dass diese Methoden nur Daten von begrenztem Nut-

zen liefern. Das ist darauf zurück zu führen, dass sich Fledermäuse in der Höhe unterschiedlich zu verhalten scheinen, wenn diese Strukturen (wie Windkraftanlagen und Masten) nicht vorhanden sind, als wenn solche Strukturen vorhanden sind. Bei Abwesenheit solcher Strukturen scheinen Fledermäuse selten in großer Höhe zu fliegen (GRUNWALD & SCHÄFER 2007, AHLÉN *et al.* 2009, ALBRECHT & GRÜNFELDER 2011).



Automatischer Fledermaus-Detektor, an einen Ballon befestigt, zur Fledermaus-Aktivitätsüberwachung während einer Umweltverträglichkeitsprüfung. © J. Sudraud

Es wird allgemein angenommen, dass am Boden erfasste Daten verwendet werden können, um die Aktivität in Gondelhöhe abzuschätzen, denn es gibt mehrere Studien, die eine Korrelation zwischen den beiden Variablen zeigen (beispielsweise BEHR *et al.* 2011, BACH *et al.* 2013). Jedoch wurde auch in einigen Situationen keine strenge Korrelation gefunden (COLLINS & JONES 2009, LIMPENS *et al.* 2013). Windpark-Untersuchungen sollten daher Fledermausaktivität zumindest innerhalb des Rotorblatt-Fegebereichs einschließen.

Es wird empfohlen, während der Voruntersuchung intensive Aktivitäts-Untersuchungen innerhalb eines Radius von 1 km um jede vorgesehene Windkraftanlage durchzuführen. Wenn die Standorte der Windkraftanlagen noch nicht festgelegt sind, sollten die Untersuchungen einen Radius von 1 km rund um den vorgeschlagenen Bereich abdecken. Untersuchungen sollen die Windkraftstandorte wie auch alle Lebensräume in der Umgebung abdecken, die wahrscheinlich von Fledermäusen genutzt werden. Die Suche nach Wochenstuben und Winterquartieren sollte innerhalb eines Radius von 2 km vorgenommen werden (abhängig von den zu erwartenden Arten und dem/den vorhandenen Lebensraum/Lebensräumen) und bestehende, bekannte Quartiere sollten innerhalb eines Radius von 5 km überprüft werden; wenn wichtige Quartiere gefunden werden, sollten sie in den folgenden Jahren überwacht werden.

Um einen Hinweis auf die **Wanderwege** zu erhalten, sollte eine intensive Untersuchung im Frühjahr und eine weitere im Spätsommer/Herbst durchgeführt werden, um eine Zunahme von wandernden Arten zu erkennen.

Windenergieanlagen sollten in der Regel, aufgrund des Risikos, das diese Standortwahl für alle Fledermäuse birgt, nicht in jeglicher Art von Wäldern oder in einem Umkreis von 200 m zu ihnen gebaut werden. Deutsche Studien haben gezeigt, dass Schlagopfer in Deutschland bis zu 95 m entfernt von einer Windkraftanlage festgestellt wurden (NIERMANN *et al.* 2007), und dass *N. noctula* die Art ist, die am häufigsten bei Windkraftanlagen, die in einer mittleren Entfernung von 200 m von Wäldern aufgestellt waren, getötet wurde (DÜRR 2007).



Das Errichten von Windenergieanlagen im Wald ist für Fledermäuse sehr gefährlich und wird daher in den vorliegenden Leitlinien nicht empfohlen und kritisiert. © H. Schauer-Weissahn & R. Brinkmann

Wo Windparks in Wäldern geplant sind (obwohl das Gegenteil empfohlen wird), sollte das Problem von über den Baumkronen fliegenden Fledermäusen untersucht werden. Da Fledermausaktivitäten innerhalb und oberhalb des Waldes stark schwanken können (KALCOUNIS *et al.* 1999, COLLINS & JONES 2009, PLANK *et al.* 2011, BACH *et al.* 2012, MÜLLER *et al.* 2013, HURST *et al.* 2014, GRZYWIŃSKI *et al.* 2014) und es eventuell nicht möglich ist, Nahrungssuche und Wanderung von Fledermäusen über den Bäumen vom Boden aus zu erkennen, sollte besonderes Augenmerk auf das Erkennen von Fledermausaktivität über dem Kronendach gelegt werden (siehe BACH *et al.* 2012, MÜLLER *et al.* 2013).

Der Schwerpunkt sollte auf hoch fliegende Arten gelegt werden, die über dem Kronendach Nahrung suchen oder wandern (z.B. *Pipistrellus* spp., *Hypsugo savii*, *Barbastella* spp., *Eptesicus* spp., *Vespertilio murinus* und *Nyctalus* spp.) und auf Arten, die Baumquartiere bevorzugen, wie *Plecotus* spp., *Myotis bechsteinii* und *Myotis nattereri*.

3.2.2.2 Windkraftanlagen im Offshore-Bereich

Seit einigen Jahren wissen wir, dass Fledermäuse die offene See während der Wanderphase überqueren (AHLÉN 1997, BOSHAMMER & BEKKER 2008, AHLÉN *et al.* 2009, HÜPPOP 2009, BACH & BACH 2011, FREY *et al.* 2011, 2012, MEYER 2011, SKIBA 2011, BACH *et al.* 2013a, ERIKSSON *et al.* 2013, POERINK *et al.* 2013, SEEBENS *et al.* 2013, RYDELL *et al.* 2014, BCT 2014). Aus diesem Grund sollten die **Offshore-Windkraftanlagen** in der gleichen Weise wie Anlagen an Land (BACH *et al.* 2013C, COX *et al.* 2013) untersucht werden. Logischerweise stellt dies eine größere Herausforderung dar als für WEA an Land, denn Untersuchungen müssen von Schiffen, Leuchttürmen, Bojen, usw. aus durchgeführt werden. Untersuchungen für Offshore-Windparks sollten vor allem im Frühjahr (April-Juni) und Herbst (August bis Oktober/November) durchgeführt werden, es sei denn, bisherige Daten (wie Fledermäuse, die auf nahe gelegenen Bohrseln, Inseln, etc. gefunden wurden) zeigen ihre Anwesenheit zu einer anderen Jahreszeit. Während einer Beobachtungsstudie auf einer Forschungsplattform fanden SEEBENS *et al.* (2013) heraus, dass ansässige Fledermäuse während der Sommermonate mindestens 2 km vor der Küste jagen kön-

nen. Daher wird vorgeschlagen, dass für Windparks in Strandnähe Fledermausaktivität auch während der Sommermonate bewertet werden soll.



Offshore Windparks, wie hier in Schweden, können negative Auswirkungen auf Fledermäuse haben, wenn diese auf ihren Wanderwegen liegen.
© L. Bach

3.2.2.3 Mikro- und Kleinwindkraftanlagen

Für vorgesehenen Standorte, bei denen die Anwesenheit von seltenen oder gefährdeten Fledermausarten bekannt ist, oder im Umkreis von 25 m von großen Hecken oder Baumreihen, Laub- oder Nadelwäldern oder Waldrändern, einzelner Altbaumbestand (vor allem, wenn sie für Quartiere geeignet sind), Wasserläufen, Teichen, Seeufern oder Gebäuden (wenn sie für Quartiere geeignet sind) sind Untersuchungen der Fledermausaktivität erforderlich:

- Mindestens zwei Besuche vor Ort mit **manuellem Fledermausdetektor**, die die Wochenstubezeit einschließen, um das Vorhandensein von Quartieren innerhalb von 50 m um die KWA zu überprüfen. Einer von diesen sollte im Morgenrauen erfolgen.

- Kontinuierliche, automatisch aufgenommene akustische Untersuchungen während der gesamten Saison (in den meisten Gegenden April bis September) mit Hilfe geeigneter Detektoren, die in der Lage sind, alle vorkommenden Arten zu erkennen und zu unterscheiden.

3.2.3 Untersuchungsaufwand

Je nach den örtlichen geographischen Bedingungen und je nach winterschlafenden Arten in der Region werden Termine für Anfang und Ende der fledermausaktiven Periode (und damit für das Untersuchungsjahr für akustische Detektion) variieren. **Wanderung** kann in einigen Regionen länger dauern und Winterschlaf ist in Südeuropa kürzer als in den nördlichen Teilen des Kontinents. Daher kann es erforderlich sein, Untersuchungen der Fledermausaktivität von Mitte Februar bis Ende November (oder sogar noch länger im Süden Europas, wo Winterschlaf gänzlich fehlen kann) zu verlängern. Der Untersuchungsaufwand wird auch variieren. Obwohl zum Beispiel das Kollisionsrisiko in Deutschland im Frühjahr geringer als im Spätsommer und Herbst zu sein scheint, ist es wichtig zu erkennen, ob die Region eine wichtige Rolle für die Frühjahreswanderungen spielt. Der Aufwand der Untersuchungen sollte auf die regionalen Bedingungen, das Ausmaß der individuellen Entwicklung und die potenziellen Auswirkungen zugeschnitten werden. Monitoring-Studien haben gezeigt, dass sich Fledermausaktivität zu mehr als 50 % von einer Nacht zur nächsten ändern kann, auch wenn die aufgezeichneten Wetterbedingungen die gleichen sind. Der Grund scheint zu sein, dass sich die Insektenhäufigkeit oder die Landnutzung ändert (Mähen einer Wiese, Vieh auf einer anderen Weide, etc.).

Daher ist es entscheidend, Untersuchungen während einer ausreichenden Anzahl von Nächten und während verschiedener Stadien der Fledermausaktivität durchzuführen (Termine siehe 3.2.4.1 e). Diese Stadien sind wie folgt:

- der **Transferflug** zu Zwischen-Quartieren,
- Frühjahres**wanderung**,
- Aktivität der lokalen Populationen, die Überprüfung von Flugrouten, von Nahrungshabitaten usw. und die Konzentration auf hoch fliegende Arten,
- Zerstreuung der Kolonien und der Beginn der Herbst**wanderung**,
- Herbst**wanderung**, Paarungsquartiere und -territorien,
- der Transferflug zwischen Vor-Winterschlaf-Quartieren (spät überwinterte Arten in Südeuropa).

3.2.4 Art der Untersuchungen

3.2.4.1 Untersuchungen für

Windkraftanlagen an Land

a) Untersuchung von wichtigen Quartieren
Neue Quartiere sollten innerhalb eines Radius von 2 km (der genaue Radius hängt von den zu erwartenden Arten und vorhandenen Lebensraum/räumen ab) gesucht werden und bekannte Quartiere sollten zumindest über einen Radius von 5 km untersucht werden, um unterschiedliche Stufen (iii) und (iv) (siehe oben) der Fledermausaktivität zu beurteilen (Mai bis Oktober). Potenziell wichtige Quartiere (mindestens einschließlich Wochenstuben und Winterquartiere) sollten einer detaillierten Untersuchung unterzogen werden. Zusätzliche Hilfe während der Untersuchung kann das Sammeln von Informationen von Anwohnern und Höhlenfor-

schern (in Karstgebieten) sein. Mögliche wichtige Quartiere können anhand von Fledermausspuren, der Anwesenheit und der Häufigkeit der nachgewiesenen Fledermäuse erkannt werden.

b) Untersuchungen mit Fledermaus-Detektoren am Boden

- Manuelle Fledermausdetektor-**Untersuchungen am Boden (Transekte) sollten über die gesamte aktive Fledermaussaison durchgeführt werden, um einen **Fledermaus-Aktivitätsindex** (Anzahl der Fledermauskontakte pro Stunde) für das Untersuchungsgebiet zu bestimmen (sie sollen mindestens einen Radius von 1 km rund um den geplanten Standort des Windparks umfassen). Das verwendete Detektorsystem sollte die Frequenzen aller potentiell vorhandenen Fledermausarten abdecken. Es sollte auch die Bestimmung aller relevanten Arten oder Artengruppen ermöglichen. Akustische Untersuchungen sollten durch visuelle Beobachtung ergänzt werden, da sie viele wichtige zusätzliche Daten wie z.B. räumliche Identifizierung der **Transferflugrouten**, bestimmte Quartiertypen und **Schwarmquartiere** liefern können und ferner die Bestimmung von Arten verbessern. Mit den Ergebnissen sollte auch der Prozentsatz oder die Anzahl der Annäherungsrufe aufgezeichnet werden. Bei einer manuellen Fledermaus-Detektor-Untersuchung sollte ein **automatisches Fledermaus-Detektorsystem**, das GPS-Dateien verknüpfen kann, verwendet werden, um die Lage der registrierten Fledermausrufe zu überprüfen.

2. Bei jeder Handdetektor-Untersuchung sollten während der gesamten fledermausaktiven Saison und im Idealfall an jedem geplanten Windkraftstandort **automatische Fledermaus-Detektor-**Untersuchungen mit hochauflösenden Ultraschallrekordern oder Frequenzteilerdetektoren durchgeführt werden, um einen ortsspezifischen **Fledermausaktivitäts-Index** zu bestimmen (Anzahl der Fledermausrufe pro Stunde). Ist dies nicht möglich, sollten die **automatischen Fledermaus-Detektoren** an einer repräsentativen Anzahl von WEA-Standorten in allen Arten von Lebensräumen bei den vorhandenen Reliefs und der Topografie (zum Beispiel Hügelkuppen und Täler) platziert werden. In den Ergebnissen sollte ebenfalls der Prozentsatz oder die Anzahl der Annäherungsrufe



Automatisches Detektorsystem an einem Wettermast in Frankreich. © EXEN

(feeding buzzes) aufgezeichnet sein. Das verwendete Detektorsystem sollte die Frequenzen aller Fledermausarten, die vorhanden sein können, abdecken. Es sollte auch die Bestimmung aller relevanten Arten oder Artengruppen ermöglichen. Innerhalb von Wäldern sollte über dem Baumkronendach während der ganzen Saison ein kontinuierliches **automatisches Fledermaus-Detektor-Monitoring** (mindestens ein **automatisches Fledermaus-Detektor-**System für 2–3 geplante Windkraftanlagen) durchgeführt werden.

3. Während der ganzen Saison sollten im Untersuchungsgebiet für die Überwachung der Fledermausaktivität mindestens ein hochauflösender Ultraschall-detektor oder Frequenzteilerdetektor und ein Aufzeichnungssystem kontinuierlich installiert werden. Je nach der Anzahl der beantragten Windkraftanlagen, der Größe und der strukturellen Vielfalt des Untersuchungsgebietes können mehr als ein Detektor und ein Aufzeichnungssystem erforderlich sein.

c) Aktivitätsuntersuchungen in der Höhe

Untersuchungen mit automatischen Fledermausdetektoraufzeichnungen (hochauflösende Ultraschall-Detektoren oder Frequenzteiler-Detektoren - siehe unten) sollten auf Wettermasten, Windkraftanlagen oder anderen geeigneten Strukturen in der Nähe des geplanten Windparks erfolgen, um einen **Fledermaus-Aktivitätsindex** und die Artenzusammensetzung wenn möglich über die gesamte fledermausaktive Zeit, zumindest aber während der Haupt-Zeiten des Jahres, zu erstellen (im Idealfall erfolgt

die Untersuchung zu den gleichen Zeiten wie bei **automatischen Fledermaus-Detektor-**Systemen am Boden). Allerdings ist beim Vergleich von Ergebnissen am Boden und in der Höhe Vorsicht geboten, wenn verschiedene Arten von Fledermausdetektoren verwendet werden (Reichweite und Genauigkeit der Detektoren unterscheiden sich zwischen den Systemen). Daher sollten die gleichen Detektorsysteme sowohl am Boden wie auch in der Höhe Verwendung finden, um vergleichbare Daten zu erhalten.

d) Geräteanforderungen

Derzeit gibt es eine große Auswahl an verschiedenen Marken und Typen von Detektorsystemen auf dem Markt, die von Mischerdetektoren und Frequenzteiler-Detektoren bis hin zu Vollspektrum-Detektoren reichen, die während der Untersuchung in der Hand gehalten und als ein automatisches System verwendet werden können. Um repräsentative und vergleichbare Daten zu erhalten, ist es sehr wichtig, eine Ausrüstung mit den richtigen Spezifikationen und Einstellungen zu verwenden.

Ein **manuelles Fledermaus-Detektor-**System, das während der Untersuchung verwendet wird, muss die von allen hohen und mittleren Risikoarten verwendeten Frequenzen ausreichend abdecken. In einigen Regionen kann dies durch die Verwendung von Mischer (Heterodyn)-Detektoren mit der Möglichkeit der Zeitdehnung erfüllt werden; aber in den meisten Regionen empfiehlt es sich, ein Vollspektrumsystem, Zeitdehner oder Frequenzteiler-Detektorsystem zu verwenden. Detektor und Mikrofone müssen von guter Qualität sein. Es sollte möglich sein, eine Sicherungskopie des Systems mittels Rekorder (im Idealfall

mit einem GPS-Empfänger) in solcher Qualität zu erstellen, dass danach eine genaue Analyse der aufgezeichneten Ultraschallrufe möglich ist.

Das verwendete automatisierte Fledermaus-Erfassungssystem sollte ein Vollspektrum-Detektorsystem einschließlich Teiler-Detektoren mit Mikrofonen von hoher Qualität sein. Die Mikrofonempfindlichkeit muss überprüft und wenn nötig jedes Jahr kalibriert werden. Mikrofone mit beträchtlich verschlechterten Parametern (reduzierte Empfindlichkeit), z.B. aufgrund feuchter Umgebung, sollten nicht eingesetzt werden.

Bei allen Untersuchungen müssen das Detektor-System und dessen Einstellungen für jedes Projekt standardisiert werden. Diese Einstellungen sollten notiert und in allen nachfolgenden Untersuchungsberichten zur Verfügung gestellt werden, weil sie die Ergebnisse beeinflussen können.

e) Zeitpunkt der Untersuchung

Manuelle Fledermausdetektor-Untersuchungen am Boden

Anzahl und saisonale Verteilung der Untersuchungen hängen von den örtlichen geographischen Bedingungen und dem Vorhandensein von Arten mit sehr kurzem Winterschlaf ab. Alle Untersuchungen sollten bei geeigneten Wetterbedingungen durchgeführt werden (im Idealfall kein Regen (kurze Schauer sind akzeptabel), kein Nebel, Wind <5 m/s, Temperatur > 7 °C).

Eine „Untersuchung“ kann aus mehreren Nächten bestehen, die benötigt werden, um das gesamte Untersuchungsgebiet abzudecken.

- 15. Februar - 15. April (gilt vor allem in Südeuropa, für *Miniopterus schreibersi*)

sii, *Rhinolophus euryale*, *Myotis capaccini* und *Pipistrellus* spp.) (Stufe I): eine Untersuchung alle 10 Tage, in der ersten Hälfte der Nacht ab Sonnenuntergang über 4 Stunden,

- 15. April (gilt vor allem in Bereichen ohne Überwinterung oder wenn Arten bereits aktiv sind) - 15. Mai (Stufe II): eine Untersuchung alle 10 Tage, in der ersten Hälfte der Nacht ab Sonnenuntergang über 4 Stunden und umfasst eine ganze Nacht im Mai für Stufe III,
- 15. Mai - 31. Juli (Stufe III): eine Untersuchung jede zweite Woche, immer eine ganze Nacht lang,
- 1. - 31. August (Stufe IV): eine Untersuchung alle 10 Tage, immer eine ganze Nacht; Während dieser Phase sollten auch Paarungsquartiere und -territorien gesucht werden,
- 1. September - 31. Oktober (Stufe V): eine Untersuchung alle 10 Tage, im September 2 ganze Nächte, im Oktober die erste Hälfte der Nacht ab Sonnenuntergang über 4 Stunden. Während dieser Phase sollten auch Paarungsquartiere und -territorien gesucht werden. Ende September und Oktober wurden auf dem europäischen Kontinent im Bereich von großen Seen oder entlang von Flüssen *N. noctula* in großer Zahl am Nachmittag beim Jagen bis zu 100 m über dem Boden festgestellt. Daher sollte die Untersuchung 3-4 Stunden vor Sonnenuntergang beginnen, wo dieses Verhalten von *Nyctalus* ssp. vermutet wird, und bis 4 Stunden nach Sonnenuntergang fortgesetzt werden,
- 1. November – 15. Dezember (gilt vor allem in Gebieten ohne Überwinterung oder wenn Arten bereits aktiv sind) (Stufe VI): eine Untersuchung alle 10

Tage (wenn es die Wetterbedingungen erlauben), die erste Hälfte der Nacht ab einer halben Stunde vor der Abenddämmerung über 2 Stunden.

Automatische Fledermausdetektor-Untersuchung an den vorgesehenen Windkraftstandorten

Im Idealfall sollte am vorgesehenen Standort jeder Windkraftanlage während jeder **manuellen Fledermausdetektor-**Untersuchung zumindest eine Nacht lang ein automatisches Fledermaus-Detektor-System aufgestellt werden. Falls dies nicht möglich ist, sollte es auf einer repräsentativen Anzahl von Anlagenstandorten in allen vorhandenen Lebensraumtypen, Relieftypen wie auch Topographietypen (Hügelkuppen und Täler zum Beispiel) platziert werden.

Kontinuierliches automatisches Fledermausdetektor-Monitoring

Im Untersuchungsgebiet sollte ein **automatisches Fledermaus-Detektor**system (siehe 3.2.4.1 b. 3) installiert werden, um Fledermausaktivität während der ganzen Saison (Anfang und Ende hängen von den regionalen Gegebenheiten ab) zu überwachen. Das System sollte die Fledermausaktivität ab einer Stunde vor Sonnenuntergang bis eine Stunde nach Sonnenaufgang aufnehmen. In einigen Regionen, zum Beispiel entlang von Flüssen und an Seen, können Fledermäuse im Laufe des Nachmittags noch über den September hinaus jagen. In solchen Fällen sollten Detektorsysteme so eingestellt werden, dass sie Fledermausaktivität von mindestens 3-4 Stunden vor Sonnenuntergang bis eine Stunde nach Sonnenaufgang aufnehmen.



Automatischer Fledermaus-Detektor auf Bodenniveau an einem geplanten Standort von Windkraftanlagen. © J. Sudraud

In allen Waldtypen

Wie bereits erwähnt, sollten wegen der hohen Gefahr von Schlagopfern Windkraftanlagen nicht in Wäldern oder in deren Umkreis von 200 m installiert werden. In Ländern, in denen das noch erlaubt ist, sollte Fledermausaktivität oberhalb der Baumkronen zusätzlich zu den oben beschriebenen manuellen Detektor-Erfassungen unter Verwendung eines **automatischen Fledermaus-Detektor**systems überprüft werden. Das System sollte an den vorgesehenen Standorten während der fledermausaktiven Saison von einer Stunde vor Sonnenuntergang bis zu einer Stunde nach Sonnenaufgang Fledermausaktivität aufzeichnen. Es wird auch empfohlen, Fangnetze zu verwenden, um das Vorhandensein von Arten zu bestätigen, die sehr

schwierig durch akustische Methoden zu erkennen oder zu erfassen sind.

3.2.4.2 Offshore-Untersuchung

Für Offshore-Windparks ist es schwieriger, die Fledermausaktivität zu untersuchen. Nur wenige Methoden wurden entwickelt und als sicher für die Untersuchung in diesem Umfeld befunden (AHLÉN *et al.* 2007, 2009, MEYER 2011, SJOLLEMA 2011, SEEBENS *et al.* 2013). Offizielle Leitlinien für Offshore-Fledermausuntersuchungen wurden für Deutschland (BACH *et al.* 2013c) einschließlich der Ostsee entwickelt. Obwohl Dänemark, Schweden und Polen damit begonnen haben, Fledermaus-Untersuchungen bei Offshore-Planungen einzuschließen, gibt es keine offiziellen Leitlinien für diese Länder. Erfahrungen aus dem Ostseeraum legen nahe, dass es am sinnvollsten ist, Beobachtungen sowohl vom Land aus, als auch vom Meer aus zu kombinieren. BRUDERER & POPA-LISSEANU (2005) entwickelten ein System, mit der Möglichkeit, Fledermäuse



Japannetze können verwendet werden, um die Anwesenheit von einigen Arten zu bestätigen: gefangene *B. barbastellus* während einer Untersuchung in Mazedonien. © N. Micevski

und Vögel im Verfolgungsradar zu unterscheiden, aber es bedarf weiterer Untersuchungen, bevor es systematisch eingesetzt werden kann.

Untersuchungen für Offshore-Planungen sollen sich auf die **Wanderperiode** konzentrieren. Untersuchungen in Ufernähe sollten Sommeraktivität einschließen.

a) Untersuchungen vom Land aus sollten:

- an markanten Landmarken wie Landzungen, von denen man denkt, dass es Orte sind, an denen Fledermäuse die Küste in Richtung des geplanten Windparks verlassen, durchgeführt werden,
- Fledermausdetektor-Untersuchungen (manuell und automatisch) vom Boden aus einschließen,
- langfristige automatische Untersuchungen mit einem Fledermaus-Detektor, der auf einem Leuchtturm oder einer anderen geeigneten Struktur angebracht ist, einschließen (für **Fledermausaktivitäts-Index** und Artengruppen),
- sofern verfügbar die Verwendung von Infrarot- oder Wärmebildkamera einschließen.

b) Untersuchungen auf See sollten:

- auf dem Gebiet der vorgesehenen Windparks Untersuchungen mit dem Schiff (Transekte oder stationäre Ankerpunkte) umfassen (es kann möglich sein, Transekt-Untersuchungen mit dem Schiff mit nächtlichen Vogelerfassungen zu kombinieren),
- kontinuierliche, automatische Fledermausdetektor-Erfassungen auf Ölplattformen, Forschungsplattformen und Bojen einschließen,

- wenn möglich Untersuchungen von regelmäßig verkehrenden Nachtfähren aus einschließen, die zwischen zwei Landmarken kreuzen, von denen vermutet wird, dass sie wichtig für die Fledermaus-Wanderungen sind (z.B. Puttgarden - Rødby oder Bornholm - Sassnitz in der Ostsee, Dover - Calais im Ärmelkanal),
- wenn möglich, Verfolgungsradar von einem Küstenpunkt in Kombination mit Boot-Transekten einschließen.

c) Zeitpunkt der Durchführung:

Bootuntersuchungen für Offshore-Windparks sollten von Anfang April bis Anfang Juni und von Anfang August bis Mitte oder Ende Oktober (je nach Ort) mindestens zweimal pro Woche durchgeführt werden. Für Windparks in Küstennähe kann es auch erforderlich sein, die Sommermonate (Juni/Juli) abzudecken, um gebietsansässige Fledermäuse nachzuweisen, die auf offener See jagen.

Ein kontinuierliches automatisiertes Fledermausdetektor-Monitoring sollte sowohl **Wanderperioden** als auch die Monate Juni/Juli (für Windparks in Küstennähe) abdecken.

3.2.5 Untersuchungsbericht und Auswertung

Da der Untersuchungsbericht sich an Menschen richtet, die wenig oder keine Kenntnis von Fledermausökologie und Fledermaus-Untersuchungen haben, sollte der Bericht darlegen:

- die Arten, deren Vorkommen in der geografischen Region und im Verwaltungsgebiet bekannt ist, und deren Status,
- die Methoden und Geräte, die in den Er-

hebungen eingesetzt wurden und ihre Einschränkungen (mit Geräteeinstellungen, wenn diese die Ergebnisse beeinflussen können),

- die Untersuchungs-Daten, Start- und Endzeiten der Erfassung, die Wetterbedingungen, die zusammen mit entsprechenden Sonnenuntergangs- und Sonnenaufgangszeiten notiert wurden, und der Grund warum dieser Zeitraum und die Startzeiten ausgewählt wurden,
- die während der Erfassung identifizierten Arten und ihr beobachtetes Verhalten (Durchzug, Jagd, **Schwärmen, Wandern**), Habitatnutzung sowie das Datum und die Zeit der Beobachtung. Die Ergebnisse sollten in einem Format vorgestellt werden, das dem Leser ermöglicht, die Daten zu interpretieren. Daten könnten beispielsweise nach den erfassten Arten, als Fledermausaktivität über das Jahr, als nächtliche Aktivität oder als Aktivitäten auf verschiedenen Höhen präsentiert werden,
- Karten, die räumliche und zeitliche Verteilung der Fledermausaktivität verschiedener Arten oder Artengruppen veranschaulichen,
- den Unterschied in der Fledermausaktivität in Bezug auf die Nachweisbarkeit (**Anhang 4**),
- die Unterschiede der Fledermausaktivität in verschiedenen Jahreszeiten und Nachtphasen,
- die Unterschiede in der Aktivität von Fledermäusen in unterschiedlichen Höhen, wenn ein Wettermast (oder ein anderes Verfahren) verwendet wurde,
- die angenommenen Auswirkungen des Windparks auf Fledermäuse,

- **Vermeidungs-, Verminderungs- und Ausgleichsmaßnahmen**,
- vorgeschlagenes Schema eines Monitorings nach dem Bau und die vorgeschlagenen Auswirkungen der verschiedenen Möglichkeiten dieser Ergebnisse auf den Umfang von **Verminderungs-/ Ausgleichsmaßnahmen**.

Die Fledermausaktivität sollte als Aktivitätsindizes präsentiert werden (z.B. Fledermauskontakte pro Stunde oder Fledermausaktivitäts-Einheiten pro Stunde), berechnet beispielsweise über die Zahl der Besuche, der Nächte und dem Durchschnitt für unterschiedliche Zeiträume der Fledermausaktivität wie z.B. Frühling, Sommer und Herbst. Aktivitätsindizes der einzelnen Arten, Artengruppen und aller Fledermäuse können dann Basis einer Analyse sein. Die Bewertung sollte lokale und regionale Unterschiede des rechtlichen Schutzes und des Erhaltungsstatus berücksichtigen. Auswirkungen können sich je nach verschiedenen WEA-Bauarten oder verschiedenen Funktionen der Lebensräume für die vorhandenen Arten unterscheiden. Für einige Arten (z.B. *N. noctula* und *P. nathusii*) gibt es eine positive Korrelation zwischen der Aktivität auf Bodenniveau und der Aktivität auf Nabenhöhe. Allerdings ist dies für *P. pipistrellus* nicht der Fall (z.B. BRINKMANN *et al.* 2011).

Eine **Konfliktanalyse** sollte dann für jede Windkraftanlage und für jede vorhandene Art dargestellt werden. Ferner sollte das Mortalitätsrisiko bewertet und dargestellt werden. Jeder Standort einer Windkraftanlage und die gesamte **unterstützende Infrastruktur** muss entsprechend ausgewertet und Vorschläge gemacht werden, um die

Auswirkungen zu begrenzen. Der Ansatz sollte sein, Maßnahmen zu ergreifen, die in erster Linie Auswirkungen vermeiden, falls dies aber nicht möglich ist, zu mildern oder letztendlich Ausgleich für sie zu schaffen.

Für weitere Informationen über Berichte und Analyse siehe DÜRR (2007) und KEPÉL *et al.* (2011).

3.3 Repowering/Erweiterung

Für solche Projekte ist es notwendig, für Fledermausaktivitäts-Untersuchungen **manuelle Fledermausdetektor**-Untersuchungen (siehe 3.2) und **automatische Fledermausdetektor**-Untersuchungen auf Nabenhöhe zu kombinieren. Darüber hinaus sollte bei einer Windpark-Erweiterung die Untersuchung mit der Suche nach Kollisionsopfern an den bestehenden Windkraftanlagen kombiniert werden. Die Aktivitätsuntersuchungen (**manuelle Fledermausdetektor-Untersuchungen** und **automatische Fledermausdetektor-Untersuchungen** bei jeder geplanten Windkraftanlage) sollten die vorgesehenen Standorte aller neuen Windkraftanlagen berücksichtigen. Die in Kapitel 4 vorgeschlagenen Monitoringmethoden sind während der gesamten Saison der Fledermausaktivität anzuwenden. Eine reduzierte Anzahl von manuellen Untersuchungen im Sommer und während der **Wanderzeit** wird aufgrund der Tatsache, dass der Schwerpunkt auf der kontinuierlichen **automatischen Fledermausdetektor**-Untersuchung auf Gondelhöhe liegt, empfohlen; die Detektor-Untersuchung am Boden rundet das Bild der Fledermausaktivität in der Nähe des Windparks ab.

Die Messung der Fledermausaktivität auf Gondelhöhe von benachbarten, ähnli-

chen Windkraftanlagen aus, in Verbindung mit der Suche nach Fledermaus-Schlagopfern, wird eine bessere Bewertung der vorhandenen Kollisionsfälle und eine bessere Vorhersage des Kollisionsrisikos für die geplanten neuen Windkraftanlagen ermöglichen, als nur eine manuelle Erhebung am Boden. Wenn die Größe der neuen Windenergieanlagen nicht vergleichbar mit den ursprünglichen Windkraftanlagen ist, was in der Regel bei **Repowering**-Projekten der Fall ist, sollte eine Suche nach Schlagopfern durchgeführt werden, um Effekte unterschiedlich großer WEA vergleichen zu können.



Mikrofon über der Gondel, installiert für eine automatische Fledermausdetektor-Untersuchung.
© J. Rydell

4 Monitoring der Auswirkungen

Monitoring von in Betrieb befindlichen Windparks ist von wesentlicher Bedeutung, um unser Verständnis ihrer möglichen Auswirkungen auf die verschiedenen Fledermausarten zu erhöhen. Obwohl für die Bewertung der kumulativen Auswirkungen von bestehenden und geplanten Windparks und anderer Infrastrukturmaßnahmen in der Regel eine formelle **UVP** gefordert wird, wurden bis heute nur einzelne Windparks überprüft. Insbesondere gibt es keine Studien über die kumulativen Auswirkungen von Windparks auf einer **Wander**route. Dennoch wäre es sehr wichtig, Methoden zu entwickeln, um die kumulative Wirkung beurteilen zu können; einige Forscher (z.B. Barclay pers. Mitt.) unterstützen die Idee, Fledermausmortalität pro Megawatt und nicht pro Anlage abzuschätzen.

Um die Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse zu ermitteln, sollten Studien standardisierte Methoden verwenden, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

Monitorings der Auswirkungen der Windenergie auf Fledermäuse haben nur einen wissenschaftlichen Wert, wenn sie den ursprünglichen Status der Fledermauspopulationen in dem Gebiet vor dem Bau des Windparks berücksichtigen.

Während der Betriebsphase des Windparks sind mindestens drei Jahre des Monitorings notwendig, um die Auswirkungen auf die ansässigen Arten (Attraktivität, Änderungen im Verhalten und Mortalität) und wandernde Arten (Änderungen der Mortalität) zu bewerten und mögliche jährliche

Schwankungen zu erkennen. Entsprechend den Ergebnissen mögen weitere drei Jahre notwendig sein, um ein vollständiges Verständnis der Änderungen zu erhalten.

Ein umfassendes Monitoringsystem sollte sich auf beides, Aktivitätsniveaus und Mortalitätsraten, konzentrieren. Die Aktivitäts-Untersuchung während der Betriebsphase wird Veränderungen in der Fledermausaktivität beurteilen und auch dazu beitragen, die Ergebnisse des Mortalitäts-Monitorings zu verstehen.



Windpark Puschwitz in Sachsen, Deutschland. 10 Windkraftanlagen befinden sich in einer hügeligen Landschaft mit sehr unterschiedlichen Lebensräumen, darunter viele Wasserflächen. Zwischen 2002 und 2006 wurden insgesamt 76 tote Fledermäuse unter den Turbinen gefunden, unter ihnen vor allem Abendsegler (*N. noctula*), Rauhhautfledermäuse (*P. nathusii*), Zwergfledermäuse (*P. pipistrellus*) und Zweifarbfledermäuse (*V. murinus*). © M. Lein

4.1 Monitoring der Aktivität auf Gondelhöhe

Manuelle akustische Überwachungen auf dem Boden können während der Bauarbeiten durchgeführt werden, um zu bewerten,

ob der Bau von Windkraftanlagen eine erhebliche Störung der Fledermäuse und ihrer Quartiere mit sich bringt; aber während der Betriebsphase des Windparks wird die Überwachung der Aktivität auf Gondelhöhe wichtiger sein. Sie sollte mindestens drei aufeinanderfolgende Jahre lang erfolgen und den jährlichen Zyklus der Fledermausaktivität abdecken (Frühling bis Herbst, abhängig von der geographischen Region). Es ist wichtig, Fledermausdetektor-Mikrofone auf Nabenhöhe zu installieren, um Fledermausaktivität im Bereich der größten möglichen Auswirkungen aufzuzeichnen, nämlich im Bereich des Rotorkreises. Um standardisierte und damit vergleichbare Daten zu erhalten, müssen Fledermausdetektoren die Identifizierung von Rufen auf Art- oder Gruppenniveau ermöglichen. Das akustische Monitoring sollte dem von BRINKMANN *et al.* (2011) folgen. Die folgenden technischen Informationen sollten in den Berichten genannt werden:

- Detektortyp und Analyse-Software,
- Empfindlichkeitsparameter des Detektors,
- Ort des Detektors innerhalb der Gondel,
- Arbeits- und Ausfallzeiten des Detektors.

MAGES & BEHR (2008a, b) geben Beispiele an, wie man Detektoren in WEA-Gondeln einbaut und nennen auch einige Einschränkungen (z.B. Lärmprobleme).

Die aufgezeichnete Fledermausaktivität sollte unter Berücksichtigung der Jahreszeit, der Nachtzeit und der Wetterdaten wie Windgeschwindigkeit und Lufttemperatur analysiert werden. Neben der artspezifischen Nachweisbarkeit sind heute ver-



Fern-Mikrofon am Boden der Gondel (oben), verbunden mit automatischem Fledermaus-Detektor in der Gondel (unten) © L. Bach

schiedene Detektorsysteme verfügbar und in Gebrauch. Da die Detektor-Systeme sehr variabel sind (ADAMS *et al.* 2012) und verschiedene Einstellungen an jedem Detektorsystem verändert werden können, sind die als Kontakte/Stunde angegebenen Aktivitätsdaten unterschiedlich zwischen verschiedenen Systemen und/oder Einstellungen. Auch die Empfindlichkeit eines Mikrofons, die insbesondere unter dem Einfluss von Feuchtigkeit mit der Zeit signifikant abnehmen kann, kann wesentlichen Einfluss auf die erzielten Ergebnisse haben. Um die Aktivitätsdaten aus auto-

matischen Aufzeichnungen vergleichen zu können, können einige Nachweisbarkeits-Koeffiziententabellen für die am häufigsten verwendeten Detektoren entwickelt werden. Ein Beispiel einer solchen Tabelle ist in [Anhang 4](#) aufgeführt.

Dies ermöglicht die Entwicklung einer Strategie zur **Verminderung** der Auswirkungen, indem zum Beispiel die WEA-Laufzeiten zu bestimmten Jahres- und Nachtzeiten verkürzt werden, unter Verwendung eines Algorithmus, der aus diesen Daten das Risiko von Schlagopfern prognostiziert.

Wärmebildkameras geben zu diesem Thema wertvolle Daten (z.B. HORN *et al.* 2008) und wenn möglich sollten sie daher verwendet werden. Wenn die Effizienz von Verfolgungsradar erwiesen ist, kann dieser auch berücksichtigt werden.

Vermutete **Wanderrouten** sollten untersucht werden, indem die Anwesenheit von Fledermäusen entlang von Vogelzugrouten in der Umgebung überprüft wird, indem automatische Aufzeichnungen von Ultraschalllauten in der Höhe analysiert werden, und indem Beobachtungen am späten Nachmittag und im Morgengrauen erfolgen (optisch und wenn möglich mit einer Infrarotkamera; idealerweise mit einer Wärmebildkamera).

4.2 Monitoring der Mortalität

Da Mortalität die größte Einwirkung ist, die Windkraftanlagen auf Fledermäuse und auf einige Fledermauspopulationen haben, muss sie beseitigt oder zumindest auf ein Minimum reduziert werden, um die Verpflichtungen aus der **FFH-Richtlinie** und den nationalen Rechtsvorschriften über geschützte Arten zu erfüllen. Die derzeit

verwendeten Hauptmethoden, um Sterblichkeit zu reduzieren oder zu vermeiden, sind die **Fahnenstellung**, erhöhte **Anlauf-Windgeschwindigkeiten** der WEA und das vorübergehende Herunterfahren der WEA während höherer Risikozeiten in der Nacht oder während des Jahres. Allerdings kann die Erhöhung der **Anlauf-Windgeschwindigkeit** nicht 100 % effizient sein, da einige Arten, vor allem diejenigen, die wandern, selbst bei Windgeschwindigkeiten von mehr als 10 m/s noch fliegen (HURST *et al.* 2014). Die Überprüfung der Mortalität ist daher immer noch notwendig, um die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu erkennen. Diese Methoden werden ausführlich bei BRINKMANN *et al.* (2011) und LIMPENS *et al.* (2013) diskutiert und sind hier zusammengefasst.

Die Zahl von Schlagopfern kann deutlich variieren, je nach Standortwahl des Windparks und den vorkommenden Arten. Es ist wichtig, die Anzahl von gefundenen Tierkörpern nicht mit der tatsächlichen Zahl der getöteten Fledermäuse gleichzusetzen, weil der Zählprozess von mehreren Faktoren abhängig ist, wie zum Beispiel: Verschleppung von getöteten Tieren durch Aasfresser oder Raubtiere; Sucheffizienz (die unter anderem von der Art und Höhe des Bodenbewuchses unterhalb der WEA, d.h. der Nachweisbarkeit, abhängt); investierter Aufwand in die Untersuchung (Zeitplan des Monitorings, Zeitintervall und die Größe des Suchgebiets). Zusätzlich fliegen einige Fledermäuse weg und sterben später aufgrund von inneren Verletzungen (GRODSKY *et al.* 2011). Jedoch sind diese Faktoren nicht quantifizierbar. Daher besteht das Mortalitätsmonitoring aus drei Stufen:

Suche nach Kadavern, Studien, um Korrekturfaktoren für die verzerrten Abschätzungen zu erhalten, und die Schätzung der tatsächlichen Sterblichkeitsraten.

4.2.1 Suche nach Schlagopfern bei Fledermäusen

a) Größe der Untersuchungsflächen

Idealerweise sollte die Suche den Ort rund um die Windkraftanlage in einem Radius gleich der Gesamthöhe der Windkraftanlage einnehmen, da kollidierte Fledermäuse durch starken Wind von der WEA verdriftet werden können (GRÜNKORN *et al.* 2005, BRINKMANN *et al.* 2011). Jedoch ist dies in den meisten Fällen aufgrund der Höhe der Vegetation oder anderer Hindernisse nicht durchführbar. In dieser Situation ist es ratsam, eine kleinere Fläche abzusuchen, die das ganze Jahr vegetationsfrei gehalten werden kann oder die zumindest nur durch eine sehr kurze Vegetation bedeckt ist. Der Radius sollte nicht weniger als 50 m und wenn möglich frei von Vegetation sein. Wenn der Suchbereich quadratisch ist, sollte er durch 4 Eckstangen markiert werden. Farblich variierende Stangen sollten 5-m-Abstände an den beiden gegenüberliegenden Seiten des Quadrats anzeigen. In diesem Fall sollte der Gutachter von einer Seite des Platzes auf die andere gehen und dabei jeweils 2,5 m auf jeder Seite der Linie überprüfen. In einigen Fällen (gepflühtes Feld oder unebenes Gelände) kann es notwendig sein, den Abstand zwischen den zu prüfenden Transekten zu reduzieren oder einen ausgebildeten Suchhund (siehe 4.2.2.b) einzusetzen. Ist der Suchbereich ein Kreis, dann können die Gutachter ein 50 m langes Seil an der

Basis des Windanlagenmastes befestigen, in Kreisen um die Windkraftanlage gehen, und dabei jeweils 2,5 m auf jeder Seite der Linie untersuchen. Nach jedem Umlauf sollte das Seil 5 m gekürzt werden und ein weiterer Umlauf in der entgegengesetzten Richtung sollte durchgeführt werden. Dies wird die Standardsuchfläche von 1 ha systematisch abdecken. Allerdings funktioniert die Seilmethode nur auf ebenem Boden ohne Hindernisse.

Wenn aus irgendeinem Grund die gesamte Fläche nicht abgesucht werden kann, sollte der Anteil der abgesuchten Fläche für jede Windkraftanlage berechnet werden, um die endgültige Abschätzung der Mortalität korrigieren zu können.

b) Zahl der untersuchten Windkraftanlagen

Wenn möglich sollte jede Windkraftanlage im Windpark bei jeder Untersuchung berücksichtigt werden. Im Fall von größeren Windparks kann eine nach Lebensraum und/oder Windpark-Einrichtung unterteilte Teilstichprobe der WEA nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden. Die optimale Stichprobengröße erhält man durch eine klassische, statistische Teststärkenanalyse, die auf der erwarteten Zahl an Todesopfern und der Variation in anderen Studien (Anhang 1) basiert.

c) Zeitintervall zwischen den Untersuchungen

Je kleiner das Zeitintervall zwischen den Proben ist, desto höher ist die Anzahl der gefundenen Schlagopfer. Damit ist der systematische Fehler durch Verschleppen durch Aasfresser geringer. Für alle Wind-

parks wird eine Kadaversuche alle 3 Tage (2 Tage Intervall zwischen den Kontrollen) empfohlen. Für übergroße Windparks können die Anzahl und die Wahl der untersuchten WEA einem vereinbarten Zufallserhebungsdesign folgen. Zum Vergleich der Ergebnisse nach verschiedenen Zeitintervallen siehe ARNETT (2005).

d) Zeitplan des Monitorings

Der gesamte Aktivitätszyklus sollte bewertet werden. Das Schlagopfermonitoring sollte beginnen, sobald Fledermäuse nach dem Winterschlaf aktiv werden und sollte andauern, bis sie wieder in Winterschlaf gehen. Durch diesen Zyklus werden, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen spezifischen geografischen und meteorologischen Bedingungen der jeweiligen Region, unterschiedliche Zeiträume erkannt. In Südeuropa kann zum Beispiel die Überwachung im Bereich der wichtigsten Quartiere bereits Mitte Februar starten und sich bis Mitte Dezember hinziehen.

e) Untersuchungsmethoden und Aufzeichnungsergebnisse

Der Gutachter sollte jedes Transekt auf der Suche nach Schlagopfern auf beiden Seiten der Linie in einem langsamen und gleichmäßigen Tempo abgehen. Tote Fledermäuse können manchmal durch Beobachtung von fliegenden Insekten (z.B. Wespen und Heuschrecken), die durch Kadaver angezogen werden, die Aufmerksamkeit des Gutachters auf sich ziehen. Die Suche sollte eine Stunde nach Sonnenaufgang starten, um die Verschleppung von Tieren, die in der vergangenen Nacht gestorben sind, durch tagaktive

Aasfresser zu vermeiden, und wenn die Lichtverhältnisse es erlauben, tote Fledermäuse zu erkennen.

Der Gutachter sollte die Art, die Lage des Kadavers (GPS-Koordinaten, Richtung relativ zur Windkraftanlage, die Entfernung zum Turm, die Identifikation der Windkraftanlage), seinen Zustand (frisch, ein paar Tage alt, verfallen oder Reste), den Typ der Wunden, eine Abschätzung des Zeitpunkts des Todes und die Vegetationshöhe, in der der Kadaver gefunden wurde, notieren (siehe unten).

Es ist notwendig, die Wetterlage (Lufttemperatur, Windstärke, Windrichtung, Stürme, *etc.*) zwischen den Untersuchungen zu notieren, weil diese möglicherweise die Fledermausaktivität am Standort und damit die Zahl der Schlagopfer beeinflusst.

Eine Diskussion der für die Abschätzung von Schlagopferzahlen verwendeten Methoden wurde von NIERMANN *et al.* (2007) veröffentlicht.

4.2.2 Abschätzung der Schlagopfer

Schlagopferkalkulationen (siehe 4.2.2 c) sind notwendig, um Abschätzungen der realen Zahl der getöteten Fledermäuse an den begutachteten Windparks zu verbessern, und zwar durch die Korrektur der erwarteten Verzerrungsmöglichkeiten wie z.B. Verschleppung von Tierkörpern, Sucheeffizienz und Anteil der untersuchten Fläche.

Falls erforderlich sollten rechtliche Genehmigung durch Behörden beantragt werden, um Kadaver von geschützten Arten entfernen, handhaben und transportieren zu dürfen.



Ein Fuchs verschleppt nachts den Kadaver einer Zwergfledermaus unter einer Windkraftanlage in Frankreich. © Ecosphere

a) Studien zur Verschleppung von Kadavern

Um den Einfluss von Aasfressern und Beutegreifern abzuschätzen, müssen viermal im Jahr Untersuchungen durchgeführt werden, um die jahreszeitlichen Veränderungen von Abtragraten zu berücksichtigen, die unter anderem durch Änderungen der Vegetationshöhe und durch Veränderung der Aktivität der Aasfresser im Laufe der Jahreszeiten entstehen.

Fledermäuse, Mäuse, Singvögel oder Eintagsküken (vorzugsweise dunkel gefärbte) können für diese Versuche verwendet werden. Da Fledermausfleisch wahrscheinlich weniger attraktiv für Raubtiere zu sein scheint als Vogel- oder Mausfleisch, sind Fledermauskadaver ideal, um in Kadaververschleppungsstudien verwendet zu werden. Wenn gefroren, müssen Fledermauskörper vor der Verwendung aufgetaut werden. Am besten werden die Testkörper dezent markiert, um sicherzustellen, dass die Kadaver tatsächlich von der Stelle entfernt oder gefressen werden,

und nicht nur innerhalb des Bereichs verschleppt wurden. Dies würde es auch ermöglichen, Kadaver, die als Probekörper ausgelegt wurden, von tatsächlichen Todesfällen zu unterscheiden. Jeder Versuch sollte mindestens 20 Kadaver umfassen und mindestens 10 aufeinanderfolgende Tage andauern (idealerweise von Tag 1 bis Tag 7 täglich und dann am Tag 14 und 21), um zu erkennen, wie lange die Kadaver vor dem Verzehr, der Verschleppung oder dem Vergraben durch Säugetiere, Vögel oder Insekten am Boden liegen bleiben. Es wird empfohlen, Kadaverentfernung mit Studien zur Suche nach Kadavern in einer integrierten Studie zu kombinieren (siehe unten).

b) Effizienzstudien der Suchpersonen

• **Klassifizierung der Bodenbedeckung:**
Die Suche nach Kadavern hängt von der Bodenbedeckung ab, da die Höhe und die Art der Vegetation zu verschiedenen Jahreszeiten die Sichtbarkeit von Fledermauskadavern beeinflussen wird. Es ist daher wichtig, die Nachweisbarkeit von toten Fledermäusen in verschiedenen Klassen der Vegetationshöhe, unterschiedlichen Prozentsätzen der Vegetationsdecke und verschiedenen Lebensräumen/Ausprägungen (wie Vegetationstypen, Hindernisse auf dem Boden, Hanglage, etc.) zu bewerten. Weitere Details sind in „Habitat Mapping“ S. 26 & 28 in ARNETT 2005, ARNETT *et al.* 2010, BRINKMANN *et al.* 2011 und LIMPENS *et al.* 2013 angegeben. Diese Klassifizierung ist wichtig für eine statistische Auswertung. Es muss berücksichtigt werden, dass einige Gutachter (z.B. KORNER-NIEVERGELT 2011) die Bodenbedeckung in gleichabständigen Ringen getrennt rund um die WEA klassifizieren.

• Versuche:

Die Suche nach Kadavern sollte ebenfalls nach verschiedenen Vegetationshöhen, die in dem Gebiet vorkommen, getestet werden. In diesem Zusammenhang sollten die Prüfungen zu den verschiedenen Jahreszeiten wiederholt werden, um die Suche nach Kadavern bei verschiedenen Stadien der Entwicklung der Bodenbedeckung und der Licht- und Wetterverhältnisse bewerten zu können. Dieselben Suchpersonen sollten die Versuche das ganze Jahr über durchführen oder, falls neue Gutachter erforderlich sind, sollten Prüfungen zur Suche nach Kadavern wiederholt werden.

Fledermauskadaver (oder gleichwertiges) sollten nach dem Zufallsprinzip auf die Versuchsflächen verteilt werden. Die Koordinaten jedes Kadavers sollten zusammen mit der Richtung und der Entfernung zum Mast, dem Typ und der Höhe der Vegetation um jeden Kadaver herum und der Angabe der nächsten Windkraftanlage vermerkt werden.

Die Suchperson sollte nach dem üblichen Kadaver-Suchprotokoll vorgehen. Das übergeordnete Ziel ist es, den Anteil von Tierkörpern, der durch die Suchperson gefunden wird, zu beurteilen.

Einige Autoren (z.B. WARREN-HICKS *et al.* 2013) erwähnten die Notwendigkeit, die Kadaver-Entfernung und Suche nach Kadavern in einem integrierten Versuch zu kombinieren, und nicht als zwei unabhängige Prozesse zu behandeln. Da die Wahrscheinlichkeit der Persistenz und Detektion zeitabhängig ist und beide voneinander abhängen, wäre eine solche Integration sehr effektiv und wünschenswert. In der Tat kann die Integration von Kadaver-Persistenz und Studien zur Suche nach Kadavern gleichzeitig für das

gleiche Set von Versuchstierkörpern zeitabhängige Kadaver-Persistenz und Suche nach Kadavern-Funktionen erstellen.

• Einsatz von ausgebildeten Hunden:

Ein zum Suchen von Fledermauskadavern speziell geschulter Hund kann für die Schlagopfersuche eingesetzt werden. Allerdings muss die Effizienz eines Hundeführer-Teams an jedem Standort auf die gleiche Weise wie oben beschrieben getestet werden (ARNETT 2006, PAULDING *et al.* 2011, PAULA *et al.* 2011, MATHEWS *et al.* 2013). Die Zersetzung der Kadaver und die Wetterbedingungen wie Windgeschwindigkeit und Lufttemperatur können eine wichtige Rolle beim Erschnüffeln durch Hunde (PAULA *et al.* 2011) spielen und sollten in Betracht gezogen werden. Es ist ratsam, dass Hunde und Hundeführer an einer organisierten Ausbildung teilnehmen. Gegebenenfalls müssen Hundeführer eine entsprechende Genehmigung erhalten. Im Vertrag mit dem Hundeführer, der immer mit seinem Hund zusammenarbeiten wird, sollte festgelegt werden, ob eine solche Ausbildung durchgeführt wurde. Hunde können verschiedene Methoden der Kenn-



Gutachter in Großbritannien bei der Suche mit Hund - Flaggen dienen zur Markierung gefundener toter Fledermäuse. © F.Mathews

zeichnung anwenden, wie zum Beispiel Belen oder Vorstehen. Dies wird gegenüber einem Hund, der zum Apportieren geschult ist, bevorzugt, da der Fledermauskadaver zwar gefunden wird, aber dann in situ gelassen wird, damit die Forscher nötige Notizen machen können. In schwierigem Gelände (dichtes Unterholz) sind Vorstehhunde oft mit einem Piepserhalsband ausgestattet, das die Art des Signals ändert, wenn der Hund vorsteht. Hunde werden bereits in einigen Ländern in Europa eingesetzt, um die Sucheffizienz zu erhöhen, wie beispielsweise in Portugal, Großbritannien, Spanien und Deutschland.

c) Abschätzung der Schlagopferrate

Um die Fledermausmortalität abzuschätzen, wurden verschiedene Algorithmen entwickelt. Die meisten von ihnen basieren auf der WINKELMAN-Formel (1989), die für Vögel entwickelt wurde, obschon diese Formel in Frankreich auch für Fledermäuse verwendet wird (ANDRÉ 2005, DULAC 2008). Seitdem wurden verschiedene Schätzungen für Fledermäuse entwickelt, nämlich in den Vereinigten Staaten (ERICKSON 2000, HUSO 2010), Großbritannien (JONES 2009), Deutschland/den Niederlanden (BRINKMANN *et al.* 2011, LIMPENS *et al.* 2013), der Schweiz (KORNER-NIEVERGELT *et al.* 2011) und Portugal (BASTOS *et al.* 2013). Die meisten von ihnen schließen jetzt einen Korrekturfaktor für den Prozentsatz der tatsächlich untersuchten Fläche ein.

Es ist ratsam, eine Vielzahl von verschiedenen Methoden zu testen, da die Ergebnisse beträchtlich variieren können. Zum Beispiel hat die Winkelman-Formel eine Tendenz, die Mortalität von Fledermäusen

zu überschätzen, selbst dann, wenn der Korrekturfaktor für den Prozentsatz der tatsächlich untersuchten Fläche berücksichtigt wird.

In der Regel wird die Schätzung der Schlagopferrate (reale Zahl der in einem Windpark getöteten Fledermäuse) berechnet, indem man die gefundenen Kadaver auf der Suchfläche von jeder WEA multipliziert mit Korrekturfaktoren, die die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kadaver über die Dauer der Suche vor Ort bleibt (Verbleiberate), die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kadaver durch einen Beobachter gefunden wird (personengebundene Sucheffizienz), und/oder die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kadaver sich innerhalb des absuchbaren Bereiches befindet (Suchbereich), berücksichtigen.

Einige Schätzfunktionen berücksichtigen nicht die unregelmäßige Verteilung der Kadaver im Suchgebiet, auch wenn ein Großteil von ihnen wahrscheinlich innerhalb von 30 Metern um den Turm gefunden wird (CORNUT & VINCENT 2010a, 2010b, RICO & LAGRANGE 2011, SANÉ 2012, BEUCHER & KELM 2013). Darüber hinaus war es bis vor kurzem nicht möglich, die Zahl der Schlagopfer für einen speziellen Ort abzuschätzen, wenn keine Fledermäuse unter den WEA gefunden wurden. Zusätzlich konnten zusammen mit einer Schätzung keine Vertrauensintervalle angegeben werden (siehe unten).

BERNARDINO *et al.* (2013) verglichen sieben weit verbreitete Schätzungen und nannten ihre Annahmen und Einschränkungen. Die Schlussfolgerung war, dass eine universelle Schätzung, die unvoreingenommene Schätzungen unter irgendeinem Studiendesign oder irgendwelchen Umständen

erzeugen würde, immer noch nicht zur Verfügung steht. Die Autoren identifizierten Faktoren, die die Qualität der Schätzungen verbessern können, wie beispielsweise (1) kürzere Suchintervalle konstant über das ganze Jahr verteilt, (2) größere Suchbereiche und (3) höhere Effektivität der Sucher.

Um die Wirksamkeit zu verbessern, berücksichtigen einige neue Schätzfunktionen einige dieser Nachteile:

- Huso (2010) entwickelte eine Schätzung, die die teilweise Bedeckung der Bereiche unter den WEA berücksichtigt und nimmt an, dass die Verbleibzeiten exponentielle Verteilungen haben. Sie verfügt über eine konstante „Zufallsrate“ was bedeutet, dass Kadaver im Laufe der Zeit gleichermaßen attraktiv für Aasfresser bleiben.

- Eine deutsche Abschätzung wurde in einem nationalen Forschungsprojekt entwickelt, das vom BMUB (Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und nukleare Sicherheit (NIERMANN *et al.* 2011, KORNER-NIEVERGELT *et al.* 2011)) finanziert wurde. Im Gegensatz zu Husos Schätzung geht diese Schätzung davon aus, dass ein Vertrauensintervall nicht kleiner als die Anzahl der toten Fledermäuse sein kann, die tatsächlich unter den Windkraftanlagen gefunden werden. Niermann's Webseite zeigt, wie die Sterblichkeit nach KORNER-NIEVERGELT (2011) (<http://www.kollisionsopfersuche.uni-hannover.de/>, nur in deutscher Sprache) zu berechnen ist. Ein wichtiger Vorteil des Ansatzes vor KORNER-NIEVERGELT (2011) ist, dass die Formel auf verschiedene Verteilungen von Sucheffizienz oder Abtrageraten angepasst werden kann.

- PÉRON *et al.* (2013) verwendeten Superpopulations-Fang-und-Wiederfang-Modelle (verwendet für Populationsgrößen). Dieser Ansatz integriert Zeit- und Altersunterschiede der Parameter und berücksichtigt mögliche, erweiterte Verbleiberaten mit dem Einfluss des Findeprozesses zwischen den Suchintervallen.

- BASTOS *et al.* (2013) erstellen stochastisch dynamische Simulationen, die die Nicht-Konstanz und die gegenseitige Abhängigkeit der üblicherweise verwendeten Parameter, wie die Sucheffizienz und die Kadaver-Persistenz für Bias-korrigierte Schätzungen, berücksichtigen. Diese Rahmenstruktur kann Algorithmen erstellen, die in der Lage sind, die Schätzung potenziell realer Mortalität auch in Abwesenheit von erfassten Kadavern zu ermitteln. Dieser Ansatz wird als ein innovativer Ausgangspunkt bei der Verhinderung falscher Interpretationen der Bedeutung von falschen Nullen durch Entscheidungsträger vorgeschlagen.

- Das Modell von KORNER-NIEVERGELT *et al.* (2013) ermöglicht auch eine Schätzung der Schlagopfer auf der Grundlage der Extrapolation der erfassten Daten (beispielsweise für Nächte zwischen dem Suchintervall). Im Unterschied zu anderen Ansätzen, entwickelten die Autoren ein Modell, das erlaubt, auf den Kadaver-Suchprozess zu verzichten und die tatsächlichen Schlagopfer ausschließlich auf der Grundlage der Windgeschwindigkeit und der Fledermausaktivität zu ermitteln. In diesem Zusammenhang muss das Studiendesign das gleiche sein wie das Stu-

diendesign, das die Autoren für WEA-Typ, Rotordurchmesser, Artenzusammensetzung, Aktivitätsmuster, Windverhältnisse, Fledermaus-Detektor-Typen, die Aufzeichnungsempfindlichkeit und geografische Regionen vorschlagen.

- Der portugiesische Wildlife-Fatality-Estimator (www.wildlifefatalityestimator.com) wurde von Bio3 in Partnerschaft mit Regina Bispo (BISPO *et al.* 2010) entwickelt und zielt darauf ab, Anwendern zu helfen, Methoden richtig anzuwenden und bei der Datenanalyse Zeit zu sparen. Der Wildlife-Fatality-Estimator ist eine kostenlose Online-Plattform, die verwendet werden kann, um Fledermaussterblichkeit in Zusammenhang mit Windparks oder anderer menschlicher Infrastruktur zu ermitteln, unter Verwendung der drei häufigsten Schätzungen:

JAIN *et al.* 2007, HUSO 2010 und KÖRNER-NIEVERGELT *et al.* 2011. Die Plattform beinhaltet drei Anwendungsmodul: „Verbleiberate“, „Sucheffizienz“ und „Schlagopfer Schätzung“.

d) Kumulierte Effekte

Da oft zwischen der Untersuchung vor dem Bau und der Überwachung nach dem Bau viele Jahre vergehen, können während der Untersuchungszeit bereits andere Windparks in der Nähe der fraglichen Stelle errichtet worden sein. Daher sollte eine neue Bewertung der kumulativen Auswirkungen für die **UVP** am Ende des Monitorings erarbeitet werden, um die vorherige Abschätzung der Auswirkungen auf die Fledermauspopulationen zu verfeinern und zu helfen, geeignete Abhilfemaßnahmen zur Reduktion der Mortalität zu finden.

5 Vermeidung, Verminderung und Ausgleich

Der erhöhte Ausbau von WEA kann erhebliche Auswirkungen auf Fledermäuse haben (siehe [Kapitel 2](#)). Verträglichkeitsprüfungen (einschließlich der formalen **UVP**) sollten vor, während und nach dem Bau die potenziellen Auswirkungen eines bestimmten Projekts auf Fledermäuse und ihre Lebensräume bestimmen und ermitteln, was ihr Signifikanzniveau ist. Da Fledermäuse durch internationale und nationale Rechtsvorschriften in allen europäischen Ländern geschützt sind, sollten, wenn erhebliche schädliche Auswirkungen zu erwarten sind, Verträglichkeitsprüfungen auch wirksame Maßnahmen vorschlagen, um diese Auswirkungen zu verhindern und dann zu mildern (wenn **Vermeidung** nicht möglich ist) und letztendlich jegliche Auswirkungen auszugleichen. Das ist auch nötig, wenn unvorhergesehene erheblich nachteilige Auswirkungen während des Betriebsmonitorings erkannt werden. Die Wirksamkeit der Umsetzung der **Vermeidungs-, Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen** sollte ebenfalls überwacht werden, und falls erforderlich sollten Änderungen vorgenommen werden.

Geeignete Maßnahmen zur **Vermeidung, Verminderung** und zum **Ausgleich** für den Ausbau von Windkraftanlagen können nur mit dem Wissen über die Verbreitung von Fledermausarten und ihrer Aktivität entwickelt werden, das aus den Untersuchungen, die im Rahmen einer Verträglichkeitsprüfung ausgearbeitet wur-

den, zusammengetragen wurde. Solche Maßnahmen werden auch durch die Eigenschaften der einzelnen WEA-Entwicklung bestimmt. Daher sind diese Maßnahmen ortsspezifisch und sehr oft auch artspezifisch. Darüber hinaus ist Expertenwissen in Bezug auf die Ökologie der verschiedenen Fledermausarten wichtig, um angemessene Maßnahmen zu entwickeln.

Vermeidungs-, Verminderungs- und Ausgleichsmaßnahmen werden hier nach den entsprechenden Auswirkungen auf Fledermäuse, für die sie entworfen wurden, diskutiert.

Mögliche Optionen für die **Verminderung** der Effekte von **Kleinwindkraftanlagen** umfassen Anhalten der KWA während der Dunkelheit, Erhöhung der **Anlaufwindgeschwindigkeit** und Abstellen der WEA bei niedrigen Windgeschwindigkeiten. Obwohl in einigen Situationen eine Form der **Minderung** erforderlich sein kann (z.B. wenn Kollisions-Mortalität festgestellt wurde), gibt es bisher keine Hinweise, dass irgendeine der oben genannten Möglichkeiten zur **Minderung** praktikabel und/oder wirksam für KWA sind. Deshalb betonen wir, dass angemessene und sorgfältige Standortentscheidungen von entscheidender Bedeutung sind bis mehr Daten zur Verfügung stehen. KWA sollten in mindestens 25 Meter Abstand von Lebensräumen, die häufig mit höherer Fledermausaktivität in Verbindung stehen, errichtet werden. Dies schließt Folgendes ein:

- a. Große Heckenzüge oder Baumreihen,
- b. Laub- oder Nadelwälder oder Waldränder,
- c. Einzelne alte Bäume, vor allem, wenn sie als Quartier geeignet sind,
- d. Wasserläufe, Teiche oder Seeufer,
- e. Gebäude (bewohnt oder verfallen, einschließlich Brücken und Bergwerken), wenn sie als Quartiere geeignet sind. Wo die Errichtung auf oder nahe an Gebäuden vorgesehen ist, sollte jede Art von Bauarbeiten innerhalb oder in der Nähe von Dachflächen auf das Vorhandensein von Quartieren überprüft werden (siehe z.B. HUNDT *et al.* 2012).

Diese Leitlinien gelten nicht für Mikro-WEA, die auf Schiffen installiert sind. Trotzdem empfehlen wir, dass, wenn sich das Schiff innerhalb von 20 m von (älteren) Hecken oder Baumreihen, Laub- oder Nadelwäldern, Waldrändern, einzelner alten Baumbestand (vor allem, wenn für Quartiere geeignet), Wasserläufen, Teichen, Seeufern oder Gebäuden befindet, die Turbine in der Nacht abgeschaltet werden sollte.

5.1 Schlagopfer

Die wichtigste Auswirkung des Betriebes von Windkraftanlagen auf Fledermäuse ist die direkte Tötung (ARNETT *et al.* 2013a), die aufgrund einer Kollision und/oder eines Barotraumas verursacht wird (ARNETT *et al.* 2008, BAERWALD *et al.* 2008, GRODSKY *et al.* 2011, ROLLINS *et al.* 2012). Wandernde Fledermäuse und Fledermäuse aus lokal ansässigen Populationen werden häufig von Windkraftanlagen, manchmal sogar in großer Zahl (HAYES 2013, ARNETT *et al.* 2013a), getötet (BRINKMANN *et al.* 2011, VOIGT *et al.* 2012).

Fledermäuse können allerdings auch während des Baus von Windkraftanlagen und der **unterstützenden Infrastruktur** beispielsweise in ihren Quartieren getötet werden (besonders anfällig sind überwinternde Fledermäuse und solche in Wochenstuben).

Da verlässliche Daten über Populationsgrößen auf europäischer Ebene für die meisten Fledermausarten immer noch nicht verfügbar sind, sind die Auswirkungen der Mortalität auf Fledermauspopulationen, die durch Windkraftanlagen verursacht werden (oder durch eine andere Ursache) nach wie vor unbekannt. Es ist jedoch offensichtlich, dass aufgrund der äußerst niedrigen Reproduktionsrate (BARCLAY & HÄRTERE 2003) jede Erhöhung der Mortalitätsrate bedenklich sein kann. Da auch Schlagopfer von Fledermäusen fernwandernder Populationen regelmäßig auftreten (VOIGT *et al.* 2012, BRINKMANN *et al.* 2011), ist es offensichtlich, dass sich Windkraftanlagen auf Fledermauspopulationen über signifikant weite geografische Entfernungen auswirken. Darüber hinaus gab es 121,5 Gigawatt installierter Windenergieleistung in Europa zum Ende des Jahres 2013 mit einer erwarteten durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von über 10 % (CORBETTA & MILORADOVIC 2014), sodass kumulative Effekte und ein kumulierter Anstieg der Fledermausmortalität berücksichtigt werden müssen.

Da alle europäischen Fledermäuse durch internationale und nationale Rechtsvorschriften geschützt sind, ist jede vorsätzliche Tötung gesetzlich verboten. Daher ist eine Vermeidung oder zumindest eine Reduzierung auf ein Minimum der

Fledermausmortalität durch Windkraftanlagen nicht nur eine Priorität des Fledermausschutzes, sondern in Europa auch eine rechtliche Verpflichtung. Das Festlegen von allgemeinen Schwellenwerten für Fledermausmortalität und/oder Windgeschwindigkeiten, die eine Minderung der Todesfälle von Fledermäusen auslösen würde, wird nicht nur als willkürlich, unwirksam, unzureichend und unhaltbar eingestuft (ARNETT *et al.* 2013a, siehe auch Kapitel 3), sondern ist in Europa auch aus rechtlicher Sicht fragwürdig.

Zum Vermeiden und zum Mindern der Zahl von Todesfällen bei Fledermäusen müssen auf dieser Grundlage wirksame Maßnahmen für jeden Windkraftanlagenbau auf Einzelfall-Basis durch eine entsprechende Verträglichkeitsprüfung erarbeitet werden. Wie oben erwähnt, sollte die Abfolge der Maßnahmen vor allem **Vermeidung** von Todesfällen und erst dann **Verminderung** (wenn eine vollständige **Vermeidung** nicht möglich ist) sein, während die Möglichkeit, die Schlagopfer zu kompensieren bestenfalls fragwürdig ist (siehe 5.1.3).

5.1.1 Vermeidung

5.1.1.1 Planung der Lage der Anlagen

Die beste Strategie, um Fledermausopfer zu vermeiden, um sowohl dem Fledermausschutz zu dienen, als auch in wirtschaftlicher Hinsicht zu profitieren, ist vorbeugende Planung. Das ist der Fall, sobald Fledermausaktivität während der **Screening-** und **Scoping-**Phase eines Windparkentwicklungsprojektes berücksichtigt wird. Selbst auf strategischer Planungsebene, auf der die Behörden Bereiche identifizieren,



Der Große Abendsegler (*N. noctula*) ist die am meisten von Windkraftanlagen in Deutschland (hier Windpark Puschwitz in Sachsen) betroffene Art. In ganz Europa werden wandernde sowie lokale Populationen verschiedener Fledermausarten als Opfer unter Windkraftanlagen gefunden. © M. Lein



Eine Langflügel-Fledermaus (*Miniopterus schreibersii*) von Kopf bis zu den Hüften zweigeteilt durch ein Rotorblatt (Feuchtgebiete der Camargue 2006). © E. Cosson

ren, die für die Errichtung von Windparks geeignet sein können, sollten die möglichen Auswirkungen auf Fledermäuse berücksichtigt werden.

Aufgrund des hohen Risikos von Schlagopfern (ARNETT 2005, BEHR & VON HELVERSEN 2005, 2006, RYDELL *et al.* 2010b, BRINKMANN *et al.* 2011) sollten Windenergieanlagen nicht

in Laub- oder Nadelwäldern oder innerhalb von 200 m Entfernung zu Waldflächen errichtet werden (siehe auch 2.1).

Die effektivste Vermeidung von Schlagopfern kann zumindest für einige Arten durch sorgfältige Planung der Lage der Anlagen erreicht werden. In der Regel wird die höchste Sterblichkeit in Gebieten mit der größten Fledermausaktivität wie **Wander-** und **Transferflugstrecken**, wichtigen Nahrungsgebieten, und in der Nähe von Fledermausquartieren, insbesondere bei Arten und Populationen, bei denen aufgrund ihrer spezifischen Ökologie ein höheres Risiko zu erwarten ist, auftreten. Sachgemäße Verträglichkeitsprüfungen sammeln ausreichende Informationen über räumliche und zeitliche Muster der Fledermausaktivität und der Fledermausquartiere im Bereich des vorgesehenen Ausbaubereiches, vor allem im Bereich der geplanten Windkraftanlagen selbst, und ermöglichen eine zuverlässige Entscheidungsfindung über die Lage der Anlagen.

Sobald Windkraftanlagen in Gebieten mit hoher Fledermausaktivität oder in der Nähe von Quartieren vorgesehen sind, sollten sie entfernt von diesen Bereichen neu geplant werden. Wenn eine solche neue Standortwahl der Windkraftanlagen nicht möglich ist, sollten einzelne Anlagenstandorte aufgegeben werden. Wenn hohe Fledermausaktivität im gesamten Bereich der geplanten Standorte aufgezeichnet wurde, sollte eine Aufgabe des Projektes erwogen werden, um die Notwendigkeit für komplexe **Verminderungsmaßnahmen**, die möglicherweise nicht erfolgreich sind, zu vermeiden.

5.1.1.2 Prävention der Zerstörung von Quartieren, während Fledermäuse anwesend sind

Zerstörung von Fledermausquartieren ist in der EU und vielen anderen europäischen Ländern gesetzlich verboten und muss vermieden werden. Selbst wenn Fledermausquartiere nicht gesetzlich geschützt sind, sollte ihre Zerstörung trotzdem vermieden werden.

Zu den Vorsorgemaßnahmen (gemäß dem **Vorsorgeprinzip**) gehören die Vermeidung von Abbrucharbeiten oder das Fällen von Bäumen während sensibler Phasen wie der Reproduktion und dem Winterschlaf oder in den Fällen, in denen Fledermäuse anwesend sind, die Überprüfung der Quartiere vor der Zerstörung und die Überwachung des Abbruchs durch eine/n Fledermausexperten/expertin, um alle Notfallmaßnahmen, wenn erforderlich, ergreifen zu können um Todesfälle zu verhindern. In der EU und vielen anderen Ländern kann dies nur mit einer Genehmigung durchgeführt werden und Fledermäuse dürfen nicht geschädigt werden.

Eine sachgemäße Verträglichkeitsprüfung wird in der vorgesehenen Bauzone Informationen über Fledermausquartiere sammeln (siehe 5.2). Angemessene Zeiträume für Bauarbeiten (und alle andere Aktivitäten, die Fledermäuse beeinflussen können) werden durch die Verträglichkeitsprüfung in einer Einzelfallprüfung erarbeitet.

5.1.1.3 Beseitigung der Anziehungsfaktoren

Bei der Errichtung und dem Betrieb eines Windparks müssen alle bekannten Faktoren, die dazu führen können, Fledermäuse

in den Bereich des Windparks und zu den WEA zu locken, beseitigt werden.

In Europa wurde bereits von Fledermausquartieren in Gondeln von Windkraftanlagen an Land (HENSEN 2004) und Offshore (AHLÉN *et al.* 2009) berichtet. Obwohl das Quartier in der Gondel selbst nicht zu erheblichen Todesfällen zu führen scheint (DÜRR & BACH 2004), kann die Suche nach Quartieren an Windkraftanlagen, der Aus- und Einflug aus/in solche Quartiere und das **Schwärmen** am Eingang zu Schlagopfern führen. Daher sollten alle Windkraftanlagen, insbesondere die Gondeln, so konstruiert, gebaut und unterhalten werden, dass sie keine Fledermausquartiere bieten - alle Lücken und Zwischenräume sollten für Fledermäuse unzugänglich gemacht werden.

Bereiche um die WEA herum, die durch den Bau der Anlage verändert wurden, können günstige Bedingungen für Fluginsekten bieten, von denen sich die meisten Fledermäuse ernähren (GRINDAL & BRIGHAM 1998, HENSEN 2004). Insekten werden durch Licht (Sicherheitslichter am Boden des Turms (BEUCHER *et al.* 2013)) und durch die von einigen Gondeltypen produzierte Wärme angezogen (AHLÉN 2002, HENSEN 2004, HORN *et al.* 2008 RYDELL *et al.* 2010b). Hohe Ansammlungen von Insekten in den Bereichen um die Windkraftanlagen locken daher die nach Nahrung suchenden Fledermäuse in diese Bereiche, was zu Todesfällen führen kann (KUNZ *et al.* 2007, HORN *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010b). Die Farbe von Windkraftanlagen (LONG *et al.* 2011) und einige akustische Effekte (KUNZ *et al.* 2007) stehen ebenfalls im Verdacht, fliegende Insekten und Fledermäuse in die Risikozone zu locken. Daher sollten Windkraftanlagen und ihre unmittelbare Umgebung in einer

solchen Weise bewirtschaftet und erhalten werden, dass sie keine Insekten anziehen (d.h. das Auftreten der Insekten in der Nähe von Windkraftanlagen sollte so gut wie möglich minimiert werden, aber nicht so, dass die Abundanz der Insekten an anderer Stelle des Gebietes beeinträchtigt wird). Einige der Maßnahmen, die dies erreichen können und bei allen Windparks realisiert werden sollten, sind:

- Nutzung von Beleuchtungskörpern, die keine Insekten anziehen,
- Verwendung der Beleuchtung nur bei Bedarf, es sei denn, es ist aus Gründen der Sicherheit erforderlich,
- Verhinderung von Wasserrückhaltung, des Wachstums von Kräutern und Sträuchern in der unmittelbaren Umgebung von Windkraftanlagen (Bereiche der WEA, Zugangsstraßen, etc.),
- Die Anpflanzung von neuen Hecken, anderen Strauch- oder Baumreihen, Obstgärten und Wäldern sollte in der 200-Meter-Pufferzone um WEA herum verboten sein. Solche Strukturen innerhalb des oben angegebenen Abstandes dürfen nicht als **Ausgleichsmaßnahmen** verwendet werden.

5.1.2 Verminderung

5.1.2.1 Fahnenstellung und die Erhöhung von Anlauf-Windgeschwindigkeiten

Fahnenstellung und die Erhöhung von **Anlauf-Windgeschwindigkeiten** sind derzeit die einzigen bewährten Möglichkeiten, Fledermaus-Schlagopfer bei in Betrieb befindlichen Windparks zu reduzieren (ARNETT *et al.* 2013a). Sehr umfangreiche Studien in Nordamerika (BAERWALD & BARCLAY 2009, ARNETT *et al.* 2011, 2013c) und Europa (BEHR &

VON HELVERSEN 2006, BACH & NIEMANN 2013) beweisen, dass eine geringe Erhöhung der **Anlauf-Windgeschwindigkeit** und die **Fahnenstellung** zu signifikanten Verringerungen von Fledermaus-Schlagopfern führt (50 % oder mehr).

Es ist wichtig zu beachten, dass einige Modelle von Windkraftanlagen (meist ältere) bei Geschwindigkeiten frei rotieren, die noch zu Fledermaus-Todesfällen führen können, während die **Anlauf-Windgeschwindigkeit** erhöht wird. In solchen Fällen muss bei Windgeschwindigkeiten unterhalb der **Anlauf-Windgeschwindigkeit** die **Fahnenstellung** oder eine andere Methode, die Freilauf verhindert (oder die Drehzahl auf ein Minimum reduziert) umgesetzt werden, um Fledermaustodesfälle zu verhindern oder zu minimieren.

Fledermaus-Aktivität korreliert signifikant mit der Windgeschwindigkeit und anderen meteorologischen Größen wie Lufttemperatur, relativer Feuchte, Regen und Nebel (HORN *et al.* 2008, BACH & BACH 2009, BEHR *et al.* 2011, BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012, LIMPENS *et al.* 2013). Ein wesentlicher Anteil der Schlagopfer in Windparks in Betrieb, fällt während relativ niedriger Windgeschwindigkeiten (ARNETT *et al.* 2008) und hohen Temperaturen (AMORIM *et al.* 2012) an. Dies erklärt, warum eine Erhöhung der **Anlauf-Windgeschwindigkeit** und/oder **Fahnenstellung** der Rotorblätter während geringer Windgeschwindigkeit, die Schlagopfer bei Fledermäusen reduziert.

Allerdings unterscheiden sich Fledermausaktivität und Windtoleranz in einem Gebiet von Jahr zu Jahr (BACH & NIEMANN 2011, 2013, LIMPENS *et al.* 2013) und noch mehr zwischen den Standorten (SEICHE *et al.* 2007,

ARNETT *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010a, ARNETT *et al.* 2011, 2013c, LIMPENS *et al.* 2013), Regionen und Ländern (DÜRR 2007, RYDELL *et al.* 2010a, DUBOURG-SAVAGE *et al.* 2011, NIEMANN *et al.* 2011, GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, LIMPENS *et al.* 2013) und vor allem zwischen den Fledermausarten (DÜRR 2007, SEICHE *et al.* 2007, RYDELL *et al.* 2010a, BACH & NIEMANN 2011, DUBOURG-SAVAGE *et al.* 2011, NIEMANN *et al.* 2011).

Daher sollten zuverlässige und effektive Schwellenwerte für die **Anlauf-Windgeschwindigkeit** und die Temperatur (oder Algorithmen, die auf diesen und anderen Wettervariablen, räumlichen und zeitlichen Mustern der Fledermausaktivität und der vorhandenen Arten basieren) nur auf einer Einzelfall-Beurteilung ermittelt werden, die auf den bei der Verträglichkeitsprüfung erhaltenen Ergebnissen basiert (siehe auch Kapitel 3). Es wäre unangemessen, nationale oder europäische Normen festzulegen.

Leistungsverlust und wirtschaftliche Kosten der **Fahnenstellung** und der Erhöhung von **Anlauf-Windgeschwindigkeiten** sind in den meisten Fällen unvermeidlich, aber Studien haben gezeigt, dass diese vernachlässigbar sind (z.B. < 1 % der gesamten Jahresproduktion) (BRINKMANN *et al.* 2011, ARNETT *et al.* 2013c). Die genauere Anpassung der groben, vor Baubeginn ermittelten **Anlauf-Windgeschwindigkeiten** und Temperaturschwellenwerte in überarbeitete orts- und artspezifische, multifaktorielle Modelle, reduziert gleichzeitig sehr effizient übermäßige Produktionsverluste und Schlagopfer (LAGRANGE *et al.* 2011, 2013).

Multifaktoriell modellierte **Fahnenstellung** und die Erhöhung von **Anlauf-Windgeschwindigkeiten** bieten eine ökologisch und wirtschaftlich durchführbare Strategie



Ein Projekt in Portugal mit 7 WEA, von denen sich eine 158 m von einem wichtigen Winterschlafplatz entfernt befindet (ca. 4.000 *Miniopterus schreibersii* und 150 *Rhinolophus ferrumequinum*). Die Anlauf-Windgeschwindigkeit dieser WEA wurde im Oktober, November, Dezember, März und April auf 5 m/s erhöht. © J.Rydell

zur Verringerung der Fledermaus-Schlagopfer bei Windkraftanlagen und sollten weiterhin umgesetzt werden.

Jedoch sollten alle Modelle sehr vorsichtig entwickelt und eingeführt werden vor allem jene, die – wegen der sehr großen Standardabweichung von solchen Vorhersagen – auf Fledermausaktivität auf Gondelhöhe basieren, um daraus Todesfälle statistisch vorherzusagen (BRINKMANN *et al.* 2011, LIMPENS *et al.* 2013). Modelle, die auf ortsspezifischen Niveaus für Wind und Temperatur, z.B. unter 7,5 m/s oder 12°C (BACH & NIEMANN 2011 2013), und/oder anderen Umweltbedingungen (z.B. LAGRANGE *et al.* 2013) fußen, ermöglichen eine Eliminierung von Fledermaus-Schlagopfern aufgrund deren Flugaktivität auf Gondelhöhe. Die Behörden sollten daher diese Möglichkeit, die von Fall zu Fall bestimmt wird, unterstützen.

Wo die Errichtung von Windparks in Wäldern immer noch erlaubt ist, sollte wegen der verschärften Risiken, die diese Standortart für alle Fledermäuse bedeutet,

die **Fahnenstellung** oder Erhöhung der **Anlauf-Windgeschwindigkeiten** obligatorisch sein (siehe 2.1).

FALLSTUDIE 1 – Belgien

Wenn im südlichen Belgien (Wallonien) empfindliche Fledermausarten während der **UVP** erfasst werden, wird die **Fahnenstellung** unterhalb 6 m/s (gemessen in Nabenhöhe) für einen Zeitraum von sechs Stunden ab Sonnenuntergang, zwischen dem 1. April und dem 30. Oktober, umgesetzt, wenn die Lufttemperatur höher als 8 °C ist (oder 10 °C im Tiefland) und es nicht regnet.

Während der **Herbstwanderung** zwischen dem 1. August und dem 15. Oktober, wird die **Fahnenstellung** auch zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang ausgeführt, wenn die Windgeschwindigkeit unter 7 m/s (gemessen auf Gondelhöhe), und die Lufttemperatur höher als 5 °C (bzw. 8 °C im Tiefland) ist.

Durch die Verwendung dieser Schwellenwerte wird die Stromerzeugung in Süd-Belgien (Wallonien) theoretisch um 2 % reduziert. Quelle: THIERRY KERVYN (Belgien)



Die Genehmigung für diese 5 Windenergieanlagen (Perwez, Wallonien, Belgien) schließt eine Fahnenstellung ein, weil wandernde Fledermausarten während der UVP festgestellt wurden. © T.Kervyn

FALLSTUDIE 2 – Deutschland

Turbinenspezifische Abschaltalgorithmen, die auf multifaktoriellen Modellen basieren - ein Ansatz aus Deutschland

In den Jahren 2007 und 2008 wurde in einer groß angelegten Studie, die vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit finanziert wurde, das Kollisionsrisiko von Fledermäusen an 70 Windkraftanlagen in 35 Parks in verschiedenen geographischen Regionen in ganz Deutschland ermittelt (BRINKMANN *et al.* 2011). Fledermaus-Aktivität wurde durch akustische Untersuchungen an der Gondel der WEA gemessen. Zusätzlich wurden täglich bei 30 der Anlagen Schlagopfer gesucht. Diese große Datenmenge erlaubte eine detaillierte Analyse der Parameter, die mit hoher Fledermausaktivität an der Gondel korrelieren und somit ein hohes Kollisionsrisiko bergen. Auf Basis dieser Daten wurden zwei Modelle entwickelt, um folgendes vorherzusagen:

- a) die Höhe der Fledermausaktivität an der Gondel – je nach Jahreszeit, Nachtzeit und Windgeschwindigkeit,
- b) die voraussichtliche Zahl der Schlagopfer - gemessen an der Gondel anhand der akustischen Fledermausaktivität.

Diese beiden Modelle wurden in den Folgejahren kombiniert, um ohne gegenwärtige Messung der Fledermausaktivität das Kollisionsrisiko zu einem bestimmten Zeitpunkt unter Verwendung folgender Parameter zu bestimmen: Jahreszeit, Nachtzeit und Windgeschwindigkeit allein. Ein Abschalt-Algorithmus wurde entwickelt, um die Turbinen in Zeiten hohen zu erwartenden Kollisionsrisikos und niedriger Produktionsenergie anzuhalten. Die Wirksamkeit dieses

“fledermausfreundlichen” Abschalt-Algorithmus wurde bereits an 18 Anlagen in einem anschließenden Forschungsprojekt im Jahr 2012 nachgewiesen.

Diese Methode wird in Leitlinien mehrerer Bundesländer als Standardmethode einer Minderungsmaßnahme empfohlen und wird bereits in einigen aktuellen Projekten angewendet.

Der Planungsprozess während des Monitorings in der Betriebsphase umfasst üblicherweise die folgenden Schritte:

- a) Erhebung der Fledermausaktivität an der Gondel im ersten Jahr des WEA-Betriebs: Ziel dieser Studie ist es, die Höhe der Fledermausaktivität an der jeweiligen WEA zu ermitteln und mögliche Unterschiede aus den Aktivitätsmustern, wie es das Modell annimmt, zu erkennen (z.B. regionale Unterschiede hinsichtlich der saisonalen Aktivität). Um ein hohes Kollisionsrisiko im ersten Jahr zu vermeiden, fährt die WEA nach einfachen Abschalt-Regeln auf Basis der Studien von vor dem Bau.
- b) Entwicklung eines standortspezifischen Abschalt-Algorithmus: Das Software-Tool ProBat berechnet Abschalt-Algorithmen basierend auf den Ergebnissen der akustischen Untersuchung und auf Winddaten (<http://www.windbat.techfak.fau.de/tools/>, derzeit nur auf Deutsch verfügbar).
- c) Untersuchung der Fledermausaktivität an der Gondel während des zweiten Betriebsjahrs: Diese zweite Studie soll Unterschiede zwischen den Jahren aufzeigen. Während des zweiten Jahres wird die WEA bereits mit dem bestimmten

Algorithmus auf Basis der Ergebnisse des ersten Jahres betrieben.

- d) Anpassung des Algorithmus nach den Ergebnissen des zweiten Jahres: ProBat kann verwendet werden, um Algorithmen, die auf den gemittelten Ergebnissen der zweijährigen Studie basieren, zu berechnen.
- e) Betrieb der WEA mit den WEA-spezifischen Abschalt-Algorithmen ab dem dritten Betriebsjahr. Akustische Aktivitätsuntersuchungen sind nicht mehr

vorgesehen. Eine weitere Untersuchung kann nützlich sein, um den Algorithmus nach mehreren Jahren zu überprüfen.

Derzeit werden die Algorithmen verbessert. Beispielsweise werden spezifische Modelle für verschiedene Regionen in Deutschland entwickelt, um regionale Besonderheiten zu berücksichtigen, z.B. saisonale Aktivitätsspitzen auf Grund von Fledermauswanderungen.

Quelle: JOHANNA HURST, OLIVER BEHR & ROBERT BRINKMANN (Deutschland).

5.1.2 Abschreckung

Akustische (SZEWCZAK & ARNETT 2008, ARNETT *et al.* 2008, ARNETT *et al.* 2013b), visuelle (Licht) und elektromagnetische (NICHOLLS & RACEY 2009) Abschreckungen, um wirksam zu verhindern, dass Fledermäuse sich Windfarmen nähern, sind noch nicht nachgewiesen worden, geschweige denn, dass Fledermausschlagopfer an in Betrieb befindlichen Windparks reduziert werden. Auch die Auswirkungen dieser Maßnahmen auf die Öffentlichkeit sowie auf andere Wildtiere, wie Vögel oder Insekten, wurden bisher nicht untersucht (AMORIM *et al.* 2012). Obwohl also die Erforschung der Abschreckung eine Möglichkeit wäre, kann sie noch nicht als praktikable **Verminderungs**strategie betrachtet werden, um Todesfälle zu vermeiden.

5.1.3 Ausgleichsmaßnahmen

Im Gegensatz zu den Auswirkungen auf den Lebensraum, in dem der Verlust von Lebensraum vor Ort durch Schutz oder die Wiederherstellung von Lebensräumen an

anderem Ort kompensiert wird, ist es nicht möglich, Todesopfer zu kompensieren. Da die Auswirkungen der Fledermausmortalität auf Populationsniveau, die durch Windkraftanlagen verursacht werden, noch nicht bekannt sind, ist die Entwicklung von gut begründeten, angemessenen und messbaren **Ausgleichsmaßnahmen** auf Populationsniveau nicht möglich. Dies betrifft vor allem die Populationen, die lange Strecken wandern, weil dies in großem Maßstab die Verbesserung von Geburts- und Überlebensraten Hunderte von Kilometern entfernt vom Anlagenbau (in oft unbekanntem Quartieren) und vor der Inbetriebnahme eines Windparks erfordern würde (VOIGT *et al.* 2012). All dies sind starke Argumente dafür, dass Schlagopfer zu vermeiden oder so weit wie möglich zu verringern sind.

Da jedoch einige Todesfälle immer noch auftreten, auch wenn alle bekannten Möglichkeiten zur **Vermeidung** und **Verminderung** ausgeschöpft sind, sollten ferner Maßnahmen zum Schutz und zur Verbesserung der Lebensräume umgesetzt werden, um

die Überlebensraten adulter wie auch juveniler Tiere der betroffenen Population der ansässigen Arten zu erhöhen.

5.2 Verlust/Beeinträchtigung der Lebensräume

Der Bau von Windkraftanlagen und **unterstützender Infrastruktur** kann Fledermausquartiere, Flugrouten und Nahrungsgebiete zerstören oder beschädigen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn umfangreiche Veränderungen der Landschaft und der Lebensräume vorgeschlagen werden, wie zum Beispiel der Bau von Windparks in Wäldern (siehe 2.1). Dennoch wurde hohe Aktivität Nahrung suchender und **transfliegender** Fledermäuse bei in Betrieb befindlichen Windparks an anderer Stelle festgestellt (z.B. BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012). Der Verlust von Quartieren, vor allem in Bereichen, in denen Quartiere knapp sind, hat wahrscheinlich größere Auswirkungen als Veränderungen der Lebensräume durch den Bau von Windkraftanlagen (z.B. BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012). Jedoch könnte selbst eine geringe Abnahme des Nahrungspotentials in einer Landschaft (z.B. als Folge der Verwendung von Abschreckungen - siehe 5.1.2.2) Langzeiteffekte, wie eine Abnahme der Überlebensrate und der Fortpflanzungsfähigkeit der Individuen und somit die Erhaltung des Bestandes, vor allem bei wandernden Arten, verursachen. Die Zerstörung von Quartieren, die besetzt sind (und die daraus resultierenden Todesfälle) ist nicht nur illegal, sondern es ist auch unmöglich, sie angemessen zu mildern oder auszugleichen, und muss deshalb vermieden werden (siehe 5.1.1.2).

Der Bau von Windparks (einschließlich **unterstützender Infrastruktur**) kann auch das Nahrungspotenzial des Lebensraums für Fledermäuse erhöhen (z.B. eine Erhöhung der Anzahl der Lichtungen und innen Waldränder in Wäldern und die daraus resultierende Anziehungskraft von Fluginsekten in eine sonst wenig strukturierte Landschaft) und könnte zu einer Erhöhung der Fledermausaktivität und damit auch zu einer Erhöhung tödlicher Gefahren führen.

Wenn erhebliche Auswirkungen auf Fledermausquartiere, Nahrungsgebiete und **Transferflugwege** zu erwarten sind, sollten Maßnahmen zur **Vermeidung, Minderung** oder zum **Ausgleich** so konzipiert werden, dass diese verhindert werden. Wenn eine dieser Maßnahmen im Konflikt mit Maßnahmen zur **Vermeidung/Minderung** von Schlagopfern steht, muss die Prävention von Todesfällen immer Vorrang haben.

5.2.1 Vermeidung

Die beste Strategie zur Vermeidung von Verlust oder zur Verschlechterung von Fledermauslebensraum ist, sowohl in Bezug auf Fledermausschutz als auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, die vorbeugende Planung. Wenn immer möglich sollten Windparks, gemäß den Ergebnissen der Verträglichkeitsprüfung, weit weg von vorhandenen oder potenziell wichtigen Fledermaushabitaten (z.B. kürzlich gepflanzte Wälder) geplant werden.

Der Ortswechsel von Einzelanlagen und der **unterstützenden Infrastruktur**, die Aufgabe einzelner WEA Standorte sowie letztendlich der völlige Verzicht auf das gesamte Projekt sollten in Erwägung gezogen werden, wenn Lebensräume am zu errichten-

den Standort besonders wichtig für den Fledermausschutz sind (weitere Einzelheiten in 5.1.1.1).

Windenergieanlagen sollten in der Regel aufgrund der erhöhten Risiken, die diese Art der Standortwahl für alle Fledermäuse mit sich bringt (siehe 2.1), nicht innerhalb aller Typen von Wäldern oder in deren Umkreis von 200 m errichtet werden.

5.2.2 Verminderung

Der Bau von Windkraftanlagen und **unterstützender Infrastruktur** sollten so geplant und ausgearbeitet werden, dass wichtige Fledermaushabitate so wenig wie möglich gestört werden. Natürliche Lebensräume wie Laub- oder Nadelwälder, Feuchtgebiete und Grünland, sogar kleine Flächen in großen Agrarlandschaften und Landschaftselemente wie Hecken, Einzelbäume, Gewässer oder Wasserläufe erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass Fledermäuse in diesen Bereichen Quartiere haben, Nahrung suchen und/oder Flugwege haben. Daher sollte eine Störung dieser Lebensräume vermieden werden.

5.2.3 Ausgleichsmaßnahmen

Im Vergleich zur **Vermeidung** und **Verminderung** sind **Ausgleichsmaßnahmen** weniger effizient, sowohl in Bezug auf Fledermausschutz als auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus – sie sind teurer, und es ist weniger sicher, dass sie die gewünschten Ergebnisse erzielen. Daher sollten **Ausgleichsmaßnahmen** nur als letztes Mittel gewählt werden, wenn erhebliche Auswirkungen nicht vermieden oder gemildert werden können, z.B. beim unvermeidlichen Verlust von Baumquartieren, wenn Windparks in Wäldern errichtet werden.



Ein Windpark in der Camargue (Südfrankreich). 21 Windenergieanlagen wurden im Jahr 2005 auf einem Damm errichtet. Im Jahr 2006 wurden 12 tote Fledermäuse gefunden, darunter Langflügel-Fledermäuse (*M. schreibersii*). Die Baugenehmigung wurde zu einer Zeit erteilt, in der noch keine Fledermausuntersuchung für eine Folgenabschätzung erforderlich war, obwohl dieses Feuchtgebiet (Ramsar-Gebiet) ein Hotspot für überwinternde Vögel und für wandernde und nahrungssuchende Fledermäuse ist. © E. Cosson

Falls erforderlich sollten **Ausgleichsmaßnahmen** auf der Verträglichkeitsprüfung basieren und artspezifisch, angemessen, zumindest proportional zum Verlust, rechtzeitig und dauerhaft sein und sollten andere natürliche Funktionen nicht zerstören. Mögliche Mittel von **Ausgleichsmaßnahmen** sind Schutz, Verbesserung und/oder Wiederherstellung betroffener Lebensräume und deren Funktionselemente, vor allem rund um Quartiere, Jagdgebiete und Flugrouten. Wenn in Verbindung mit Windparks die **unterstützende Infrastruktur** innerhalb von Wäldern gebaut wird, ist es notwendig, die verlorenen Quartiere durch entsprechendes Management der nahe gelegenen Wälder, vor allem durch den Schutz von alten, morschen Bäumen, zu kompensieren.

Die Wirksamkeit von zielgerichtet gebauten künstlichen Quartieren, wie beispielsweise Fledermausnistkästen, erfordert weitere Forschung. Deshalb können diese nicht als ausreichende **Ausgleichsmaßnahme** für zerstörte Quartiere angesehen werden. Einige Studien deuten darauf hin, dass Fledermauskästen für bestimmte Arten in bestimmten Lebensräumen und Regionen wirksam sein können (CIECHANOWSKI 2005, BARANAUSKAS 2010).

Im Allgemeinen sollten **Ausgleichsmaßnahmen** außerhalb der Bauzone der Windkraftanlagen, jedoch innerhalb des Bereichs der betroffenen lokalen Population umgesetzt werden.

5.3 Störung

Obwohl mögliche Störquellen und deren Auswirkungen auf Fledermäuse und ihre Population immer noch nicht vollständig verstanden sind, ist es offensichtlich, dass Fledermäuse durch menschliche Aktivitäten und vor allem durch große Bauvorhaben gestört werden können. Störungen können sich bei Fledermäusen auf Populationsebene auswirken (NATURAL ENGLAND 2007). Alle Fledermäuse sind vor jeglicher absichtlichen Störung durch internationale Rechtsvorschriften innerhalb der EU und in vielen anderen europäischen Ländern geschützt. Dieser Schutz sollte auf die anderen Länder ausgedehnt werden.

Die oft auftretende, hohe Aktivität der Nahrungssuche und des **Transferflugs** von Fledermäusen an in Betrieb befindlichen Windparks (z.B. BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012, BACH *et al.* 2013b), wie auch die Zahl der Fledermaus-Todesfälle legen nahe, dass große laufende Windkraftan-

lagen Fledermäuse nicht durch Störung abschrecken. Jedoch können Turbulenzen, Vibrationen, Lärm und die Verwendung von Beleuchtung während der Bauphase Fledermäuse bei der Nahrungssuche und bei **Transferflügen** (z.B. SCHAUB *et al.* 2008, Stone *et al.* 2009), an Quartieren (z.B. PARSONS *et al.* 2003) und beim Winterschlaf (z.B. DAAN 1980, THOMAS 1995) stören, wenn sie besonders anfällig für diese Störungen (NATURAL ENGLAND 2007) sind. Alle Fledermausarten sind in Quartieren störanfällig. Bei der Nahrungssuche und beim **Transferflug** sind sie jedoch nicht gleichermaßen anfällig für verschiedene Störquellen und sogar -levels (z.B. FURE 2006).

Der Jahres- und Tageszyklus von Fledermäusen variiert in ganz Europa und unterscheidet sich auch zwischen den Arten (siehe 2.2 und 3.2.1).

Auf dieser Basis sollte eine Verträglichkeitsprüfung feststellen, ob die Bautätigkeit Fledermäuse in ihren Quartieren (vor allem in den Wochenstuben und während des Winterschlafs) bzw. während der Nahrungssuche und während des **Transferflugs** stören wird. Wenn wesentliche Auswirkungen durch Störungen auf Fledermausquartiere, Nahrungssuche und **Transferflug** zu erwarten sind, sollten Maßnahmen entwickelt und angewandt werden, um diese Störungen zu vermeiden und zu verringern. **Ausgleichsmaßnahmen** werden als nicht möglich erachtet.

5.3.1 Vermeidung

Die beste Strategie, um Störungen der Fledermäuse zu vermeiden, ist eine sorgfältige Zeitplanung des Baus:

- Störungen von genutzten Quartieren, insbesondere im Winterschlaf und in den Wochenstuben, bei denen es zu Todesfällen kommen kann (siehe auch 5.1.1.2), sollten durch die Reduzierung von Bauaktivitäten in der Nähe verhindert werden;
- Störungen während der Nahrungssuche und während des **Transferflugs** sollten durch Einschränkung der Bautätigkeiten während der Tages- und Jahreszeiten, in denen Fledermäuse aktiv sind, verhindert werden (d.h. der Bau sollte in der Regel in der hellen Tageszeit geplant werden).

Eine angemessene Verträglichkeitsprüfung wird ausreichende Informationen über die zeitlichen Muster der Fledermausaktivität und der Fledermausquartiere an den vorgesehenen Standorten liefern, um das Design eines entsprechenden Bau-Zeitpla-

nes, der die Auswirkungen minimiert, zu erleichtern.

5.3.2 Verminderung

Sobald **unterstützende Infrastruktur** für den Windpark innerhalb eines Waldes errichtet werden muss, können Störungen unvermeidlich sein. Störung in den Wochenstuben und beim Winterschlaf der Fledermäuse sollten dennoch vermieden werden und daher sollte der Bau, sofern entsprechende Quartiere vorhanden sind, nicht während der Wochenstubenzeit und des Winterschlafes stattfinden. Sofern signifikanter **Infrastruktur**-Bau vorgesehen ist, kann es sinnvoll sein, diese Phase so zu legen, dass Störungen nicht im gesamten Bereich zur gleichen Zeit stattfinden. In allen Fällen sollte keine Beleuchtung verwendet werden, es sei denn, es ist aus Gründen der Sicherheit zwingend erforderlich.

6 Forschungsprioritäten

In den letzten Jahren wurden mehrere Studien über Fledermäuse und Windkraftanlagen durchgeführt (z.B. BAERWALD *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010b, BERNARDINO *et al.* 2011, BRINKMANN *et al.* 2011, FERRI *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012, CAMINA 2012, GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, BEUCHER *et al.* 2013, LAGRANGE *et al.* 2013, SANTOS *et al.* 2013). Bisherige Untersuchungen haben sich darauf konzentriert, den Einfluss, den Windparks bei einzelnen Fledermäusen durch Kollision und Barotrauma haben können, zu ermitteln und wie man diese Effekte verringern kann und trotzdem den Windparks erlauben kann, ausreichend wirtschaftliche Erträge zu generieren.

Allerdings ist unser Wissen über die Auswirkungen von Windkraftanlagen und Windparks auf die Umwelt und vor allem auf Fledermäuse noch begrenzt, und es besteht ein Bedarf für weitere Forschung. Weitere Forschungsprojekte sind notwendig, um unser Wissen über die Auswirkungen von Windparks auf Fledermäuse sowohl auf Populationsebene als auch in verschiedenen Landschaften zu vergrößern.

Im Vergleich zu Vögeln ist das allgemeine Wissen über Fledermausbiologie eher selektiv. Insbesondere ist in ganz Europa die Fledermauswanderung unzureichend bekannt. Diese Information ist der Schlüssel zur Bewertung der Risiken von geplanten Windparkprojekten. Darüber hinaus sollten Forschungsprojekte nicht nur das Risiko von bestehenden Windparks für einzelne Fledermäuse, sondern vor allem auch die Auswirkungen dieser

Schlagopfer auf ganze Fledermauspopulationen beurteilen. Es gibt immer noch einen dringenden Bedarf verschiedene Lösungen zu finden, um die Auswirkungen für den künftigen Bau eines Windparks zu minimieren.

Die folgenden Fragen nennen Themen, bei denen weitere Forschung erforderlich ist:

1. Warum kollidieren Fledermäuse mit WEA?
2. Welches sind die besten Methoden, um später die Auswirkungen von WEA auf Fledermäuse (hauptsächlich die Mortalität) sowohl vor Baubeginn als auch beim Monitoring nach dem Bau zu bewerten und vorherzusagen?
3. Wie wirksam sind die **Verminderungsmaßnahmen** (vor allem **Änderung der Anlauf-Windgeschwindigkeit** und **Fahnenstellung**), die heute verwendet werden (% Reduktion von Kollisionen)?
4. Wie groß ist die Wirkung auf Populationen, insbesondere bei wandernden Arten?
5. Was sind die kumulativen Auswirkungen des Windpark-Baues?
6. Welche Mortalitätsrate würde sich negativ auf die Population einer bestimmten Art auswirken?
7. In welchen Lebensräumen/Landschaften sollten Windkraftanlagen wegen der hohen Kollisionsrate nicht erlaubt werden?
8. Wie verhalten sich Fledermäuse bei der **Wanderung** über großen Wasserflächen, vor allem über Meeren? Wie groß ist ihre Zahl?

9. Gibt es irgendwelche negativen Auswirkungen von **Kleinwindkraftanlagen** auf Fledermäuse?

Die folgenden Abschnitte (6.1 bis 6.7) geben einen Überblick über den Forschungsbedarf (Prioritäten werden kursiv markiert) und mögliche Untersuchungsmethoden.

6.1 Warum kollidieren Fledermäuse mit Windenergieanlagen?

In den letzten Jahren schlossen in Europa viele Projekte ein Monitoring nach dem Bau zur Fledermausmortalität an Windparkstandorten ein. Das Ziel dieser Arbeit war es, Daten je nach Aktivität zu sammeln, die die Entwicklung eines Abschalt-Algorithmus in Abhängigkeit von Saison, Windgeschwindigkeit und Temperatur ermöglichen. Das Verständnis, warum Fledermäuse in der Umgebung von Windkraftanlagen fliegen und/oder jagen, ist jedoch wichtig für das Verständnis der Mechanismen der WEA-Mortalität und mag vielleicht auch zu neuen **Verminderungsmaßnahmen** führen.

Die Gründe, warum Fledermäuse mit Rotorblättern kollidieren, sind noch un-

klar. Eine Reihe von Laboruntersuchungen durch LONG *et al.* (2010a, b) zeigen, dass Ultraschallechos von laufenden Rotorblättern von Kleinwindanlagen unvollkommen sind und daher möglicherweise durch das geringere Erkennen der sich bewegenden Rotorblätter ein höheres Kollisionsrisiko verursachen. Dies kann der Grund sein, warum Fledermäuse KWA meiden. HORN *et al.* (2008) und CRYAN *et al.* (2014) nahmen an, dass Fledermäuse in Richtung der WEA angezogen werden; aber wir kennen die zugrunde liegenden Mechanismen dieser Beobachtungen nicht. Wir wissen auch nicht, ob Fledermäuse schnell bewegte Rotorblätter erkennen und daher auf sie reagieren können.

Folgende Aspekte müssen für ein besseres Verständnis des Problems untersucht werden:

- das Jagdverhalten von Fledermäusen,
- die Insektendichte in der Nähe von Windkraftanlagen,
- die Wahrnehmung von Rotorblättern.

Forschungsfragen	Mögliche Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • Jagen Fledermäuse rund um die Gondel wegen der hohen Insektendichte? Sind Insektendichten um WEA überhaupt hoch im Vergleich zu der umgebenden Landschaft und wenn ja, warum? Woher kommen die Insekten (Anziehung aus der weiteren Umgebung, aus dem Ödland von der Bodenfläche um den Mast)? Ist es möglich, die Insektendichte um die Gondel zu beeinflussen? 	<ul style="list-style-type: none"> • Insekten-Radar (siehe CHAPMAN <i>et al.</i> 2011), • Insektenfallen.

<ul style="list-style-type: none"> • Warum kollidieren Fledermäuse mit WEA? ARNETT (2005) beschreibt ein Vermeidungsverhalten von mehreren Fledermäusen vor den Rotorblättern, während andere wiederum kein Vermeidungsverhalten zeigen. Wie erkennen Fledermäuse die rotierenden Rotorblätter mit ihrem Echoortungssystem? Können sie die Geschwindigkeit beurteilen? Dieses Wissen könnte genutzt werden, um Wege zu finden damit Fledermäuse Rotorblätter besser erkennen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemetrie, • Verhaltensstudien mit Detektoren und Wärmebildkameras, • Laborversuche, • Echoortungs-Experimente mit einer künstlichen Fledermaus (siehe LANGE <i>et al.</i> 2010a, b), • Physiologische und ethologische Studien.
<ul style="list-style-type: none"> • Werden hoch fliegende Fledermäuse von Windkraftanlagen angezogen? 	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmebildkamera, • Automatische Fledermausaktivitäts-Registrierungssysteme, • Am Boden und in großer Höhe.
<ul style="list-style-type: none"> • Auf Eigenschaften der Lebensgeschichte, Populationsdynamik, Ökologie und Abundanz basierende generische Studien zu Verhaltensreaktionen der verschiedenen Arten auf die Bau-, Betriebs- und Abriss-Phasen von Windparks sind erforderlich. Dies wird artspezifische Empfindlichkeiten auf verschiedene Typen von großen Windparks schaffen und den Einfluss der WEA-Beleuchtung auf das Verhalten von Fledermäusen identifizieren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemetrie, • Verhaltensstudien mit Detektoren und Wärmebildkameras.

6.2 Was sind die besten Methoden, um mögliche Auswirkungen des Windkraftanlagenbaus auf Fledermäuse bei Verträglichkeitsprüfungen und beim Monitoring nach dem Bau (Methodenentwicklung) zu beurteilen?

Methoden müssen entwickelt oder angepasst werden, um folgendes untersuchen zu können:

- Fledermäuse in großen Höhen,
- Artenverteilungen auf allgemeinem Niveau (Untersuchungsphase vor dem Bau),

- Neue Methoden zum akustischen Monitoring auf Nabenhöhe, aufgrund längerer Rotorblätter,
- Windparks in Wäldern.

Forschungsfragen	Mögliche Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Der Quantifizierung der Kollisionsraten verschiedener Fledermausarten in verschiedenen Lebensräumen/Regionen sollte eine hohe Priorität eingeräumt werden. Systematische und standardisierte Studien über Fledermausmortalität an großen Windparks, die in verschiedenen Risikozonen liegen, d.h. auf Wanderrouten, aber auch in Wäldern und Gebieten mit hoher Heckendichte, sind erforderlich.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Studien zu Kollisionsmortalität während der ganzen Saison (Methoden nach ARNETT 2005, GRÜNKORN <i>et al.</i> 2005, NIEMANN <i>et al.</i> 2011).
<p>Für das Monitoring nach dem Bau:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studien, wie groß der Suchbereich für Fledermausschlagopfer sein muss, damit robuste Schätzungen möglich sind? • Studien über mögliche artspezifische Abtrageraten von Fledermäusen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Studien zur Kollisionsmortalität während der ganzen Saison (Methoden nach ARNETT 2005, NIEMANN <i>et al.</i> 2007, 2011).
<ul style="list-style-type: none"> • Etablieren einer geeigneten Zählmethode für Fledermausaktivität in verschiedenen Höhen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmebildkamera, • Detektor/Multi-Mikrofon-Anordnungen, • Fledermausaktivitäts-Registrierungssysteme, • Am Boden und in größeren Höhen.
<ul style="list-style-type: none"> • Etablieren einer geeigneten Zählmethode für Fledermausaktivität über Wäldern. 	<ul style="list-style-type: none"> • Detektor/Multi-Mikrofon-Datenfelder, • Masten in ausreichender Höhe, • Fledermausaktivitäts-Registrierungssysteme
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Test von Modellen von geografisch und ökologisch relevanten Artverbreitungskarten. Diese markieren die wichtigsten Nahrungshabitate über einen großen geografischen Bereich; Ergebnisse würden entlang eines Gradienten von dem wichtigsten Nahrungshabitat bis zum unwichtigsten angezeigt werden (z.B. JABERG & GUISAN 2001, SANTOS <i>et al.</i> 2013). 	<ul style="list-style-type: none"> • GIS und Habitatseignungsmodelle, (z.B. Analyse der Faktoren ökologischer Nischen).



6.3 Wie wirksam sind heutige Verminderungsmaßnahmen?

Zu den folgenden Fragen werden weitere Informationen benötigt:

- Ist es akzeptabel, die gleichen **Anlauf-Windgeschwindigkeiten** in verschiedenen Windparks zu verwenden oder müssen sie orts- und/oder seasonspezifisch sein?
- Windkraftanlagen sind so konzipiert, dass sie mehr als 20 Jahre in Betrieb sind. Machen Veränderungen der Fledermausaktivität, die durch Landschafts- oder Klimaveränderungen hervorgerufen werden, es notwendig, **Verminderungsmaßnahmen** nach einer Anzahl von Jahren zu aktualisieren oder zu korrigieren?

Forschungsfragen	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • Ist es wichtig, anlagenspezifische Algorithmen der Anlauf-Windgeschwindigkeit zu bestimmen? • Ist es wichtig, 10-15 Jahre nach dem Bau ein Monitoring zu wiederholen? 	<ul style="list-style-type: none"> • Akustische Überwachung auf Nabenhöhe in Kombination mit systematischen Studien der Kollisionsmortalität (Verfahren nach ARNETT 2005, GRÜNKORN et al. 2005, NIERMANN et al. 2007, BRINKMANN et al. 2011).

6.4 Wie groß ist die Wirkung auf die Population, vor allem der kumulative Effekt von Windparks?

- Weitere Informationen werden benötigt für:
- Welche Populationen sind beteiligt (lokale oder wandernde Fledermäuse)?
 - Beeinflusst die Mortalität Fledermäuse auf Populationsebene?

Forschungsfragen	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> • Mögliche Beeinträchtigungen auf Populationsniveau durch Fledermaus-Kollisionsmortalität (die völlig unbekannt sind).¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Systematische Studien zur Kollisionsmortalität während der ganzen Saison (Methoden nach ARNETT 2005, GRÜNKORN et al. 2005, NIERMANN et al. 2011), • Genetische Studien, • Populationsstudien, • Populationsmodelle.

¹ Die Auswirkungen auf Populationsebene sind nicht nur im Hinblick auf die Fledermaus-Kollisionsopfer infolge von Windparks unbekannt, sondern auch in Bezug auf die Mortalität durch Fledermauskollision im Straßenverkehr oder in Bezug auf durch Störungen der Quartiere hervorgerufene verringerte Fortpflanzung etc., die aus anderen Arten von Planungen resultieren (es gibt einige Studien über durch Straßenverkehr verursachte Mortalität, für die nachgewiesen wurde, dass sie für die Population auf lange Sicht nicht nachhaltig sein könnten (z.B. ALTRINGHAM 2008)). Diese Art der Forschung sollte im weiteren Sinne eingerichtet werden.

<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle Studien aus Deutschland (VOIGT et al. 2012) zeigen, dass nicht nur die wandernden Fledermäuse, sondern auch nahrungssuchende Fledermäuse der lokalen Populationen mit WEA kollidieren. Wie groß ist der Anteil wandernder Fledermäuse in Bezug auf lokale Fledermäuse, die in Todesfälle in Windparks involviert sind? 	<ul style="list-style-type: none"> • Genetische Untersuchungen und Isotopenanalyse von systematischen Kollisionsstudien.
<ul style="list-style-type: none"> • Derzeit sind viele Windparks ohne angemessene Verminderungsmaßnahmen in Betrieb (wie beispielsweise erhöhte Anlauf-Windgeschwindigkeit). Wie groß ist die kumulative Wirkung der einzelnen Windkraftanlagen und Windparks auf lokaler, regionaler, nationaler und internationaler Ebene? 	<ul style="list-style-type: none"> • Genetische Studien, • Isotopenstudien, • Populationsstudien, • Populationsmodelle.
<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige Studien sind erforderlich, um langfristige Auswirkungen von Windparks zu bestimmen. Solche Effekte können beispielsweise Gewöhnung von Fledermäusen an Windparks umfassen, die dazu führen könnten, dass die Auswirkungen mit der Zeit zurückgehen. Für wandernde Fledermäuse sind solche Phänomene nicht zu erwarten, könnten aber für ansässige Fledermäuse möglich sein. Signifikante Auswirkungen auf die Population sind nur langfristig sichtbar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beringung, • Populationsstudien, • Isotopenuntersuchungen.

6.5 In welchen Lebensräumen und Habitaten sollten Windkraftanlagen wegen der hohen Kollisionsrate nicht erlaubt werden?

- Weitere Informationen werden benötigt für:
- Wichtige Nahrungshabitats,
 - Regionalspezifische Kollisionsraten/problematische Arten,
 - Wo im Raum und in welcher Zeit/Jahreszeit findet **Wanderung** statt?
 - Ob Flugrouten/**Wanderkorridore** vorhanden sind und wenn ja, ob diese erkennbar sind,
 - Wenn ja, wie ist ihr Verhältnis zur Landschaft auf verschiedenen Ebenen?
 - Ob es möglich ist, Informationen über „Haupt-**Wanderaktivität**“ und „**Wanderkorridore** in der Landschaft“ zu verwenden, um Probleme zu vermeiden.

Forschungsfragen	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> Untersuchung der Kollisionsraten von Fledermäusen (wie beispielsweise durch BRINKMANN <i>et al.</i> 2011) für Südeuropa, vorzugsweise eine im Südwesten und eine andere im Südosten. 	<ul style="list-style-type: none"> Akustisches Monitoring auf Nabenhöhe in Kombination mit systematischen Studien zur Kollisionsmortalität (Methoden nach ARNETT 2005, GRÜNKORN <i>et al.</i> 2005, NIEMANN <i>et al.</i> 2007, BRINKMANN <i>et al.</i> 2011).
<ul style="list-style-type: none"> Erkennung von Lebensräumen als wichtige Nahrungshabitate für relevante Fledermausarten. 	<ul style="list-style-type: none"> Detektor Studien, Habitatnutzungs-Modellierung.
<ul style="list-style-type: none"> Identifizierung von Wanderrouten/Korridoren an Land und von Trittsteinen. Es gibt mehrere Studien zur Fledermauswanderung an verschiedenen Orten Europas, aber eine durchgehende Karte von Wanderrouten oder Trittsteinen ist nicht verfügbar. Sind Landschaftsstrukturen (Flusstäler, Küsten, Täler zwischen Bergrücken, etc.) Leitstrukturen für die Wanderung? 	<ul style="list-style-type: none"> Beringungs-Projekte entlang von Wanderrouten, Regelmäßige Fänge mit Japannetzen entlang von Wanderrouten, Internationale genetische Studien (siehe PETIT & MAYER 2000), Telemetrie, Radarstudien, Detektorstudien an ausgewählten Stellen der Wanderrouten.

6.6 Wie verhalten sich wandernde Fledermäuse über großen Wasserflächen, vor allem über Meeren? In welcher Anzahl zeigen sie dieses Verhalten?

Weitere Informationen werden benötigt:
 - Ob Flugrouten/**Wanderkorridore** vorhanden und erkennbar sind. Wenn ja, wo sind Bereiche der Migrationsrouten und

der Jagdgebiete, auf dem Meer und in Küstennähe?
 - Wie können Kollisionen von Fledermäusen mit Offshore-Anlagen ermittelt werden?

Forschungsfragen	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> Identifizierung von Off-Shore-Migrationsrouten, -korridoren und Trittsteinen. Es gibt mehrere Studien zu Fledermauswanderungen an verschiedenen Orten Europas; aber eine zusammenhängende Karte von Wanderrouten oder Trittsteinen ist nicht verfügbar. Obwohl einige Studien und anekdotische Beobachtungen zeigen, dass Fledermäuse Meere queren, wie beispielsweise die Nord- und Ostsee (AHLÉN 1997, RUSS <i>et al.</i> 2001, 2003, WALTER <i>et al.</i> 2004, 2007, SONNTAG <i>et al.</i> 2006, AHLÉN <i>et al.</i> 2009, HÜPPOP 2009, MEYER 2011, SEEBENS <i>et al.</i> 2013), fehlen spezielle Informationen über die genauen Offshore Wanderwege. 	<ul style="list-style-type: none"> Fledermausberingungs-Projekte entlang der Wanderrouten, Regelmäßige Fänge mit Japannetzen entlang der Wanderrouten (Trittsteine), Internationale genetische Studien (siehe PETIT & MAYER 2000), Telemetrie, Radarstudien, Detektorstudien an ausgewählten Stellen der Wanderrouten.

<ul style="list-style-type: none"> Gibt es Offshore Fledermausaktivität und wenn ja, bis zu welcher Distanz von der Küste? Welche Arten sind Offshore aktiv und sind sie es nur während der Wanderung? Schließt die Wanderung auch die Nahrungssuche mit ein und ist diese auch mit Flügen in Richtung von Inseln verbunden? 	<ul style="list-style-type: none"> Detektorstudien von Leuchttürmen aus, von Bojen, Schiffs-Transekte (Manuelle Fledermausdetektoren, automatisierte Fledermausdetektorsysteme), Wärmebildtechnik, Radar.
<ul style="list-style-type: none"> Unter welchen Wetterbedingungen finden Wanderungen an Land und über dem Meer statt? Weitere Daten zu Fledermauswanderungen sind erforderlich, und zwar standortspezifische Daten von Wanderrouten und die Zahl der Fledermäuse, die sie nutzen, artspezifische Flughöhen und wie der Zeitpunkt, die Flugwege und die gewählte Richtung durch Wetterbedingungen beeinflusst werden. Wie oft unterbrechen Fledermäuse den Flug, um sich auszuruhen oder zu jagen? 	<ul style="list-style-type: none"> Detektor Studien am Boden, von Türmen, Windkraftanlagen oder Ballons aus, etc. Studien mit Wärmebildkameras, Radar, Physiologische und ethologische Studien.
<ul style="list-style-type: none"> Entwicklungen und Test von Methoden zur Untersuchung von Fledermausaktivität und Kollisionsraten bei Offshore-Windparks. 	<ul style="list-style-type: none"> Tracking-Radar, Boots-Transekte, Touren auf Fähren, Automatisierte Fledermaus-Detektor-Systeme auf Bojen, Plattformen oder sonstigen bestehenden Strukturen.
<ul style="list-style-type: none"> Weiterentwicklung und Erprobung von Methoden zur Erforschung von Fledermausaktivität über dem Meer. 	<ul style="list-style-type: none"> Telemetrie, Tracking-Radar, Beringung* breit angelegte, wiederholte und synchronisierte Fledermausdetektor-Untersuchungen, Detektor-Erhebungen über Fähren und verankerten Bojen

* Siehe auch EUROBATS Resolutionen Nr. 4.6 und 5.5: Richtlinien für die Erteilung von Genehmigungen für den Fang und die Erforschung gefangener wild lebender Fledermäuse.

6.7 Kleinwindkraftanlagen (KWA)

KWA unterschiedlicher Typen sind relativ neue Entwicklungen; aber ihre Zahl steigt, und es ist wahrscheinlich, dass sich dies fortsetzen wird. Über die Auswirkungen auf das Verhalten von Fledermäusen und auf Fledermauspopulationen ist sehr wenig bekannt, aber bisherige Arbeiten legen nahe, dass Fle-

dermäuse in Betrieb befindliche KWA meiden und dass die beobachtete Sterblichkeit relativ gering ist (MINDERMAN *et al.* 2012, PARK *et al.* 2013). Weitere Forschung über Mortalität und Auswirkungen von Störungen auf eine größere Artenzahl, auf Lebensräume und KWA-Größen und -Modellen werden benötigt.

Forschungsfragen	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> Wie variieren Kollisionsrisiken zwischen den Arten, Lebensräumen, KWA-Größen und Modellen? Gilt die bisher beobachtete Vermeidung von Windenergieanlagen durch <i>Pipistrellus</i> spp. für mehrere Arten und/oder KWA verschiedener Größen? Haben KWA eine negative Auswirkung auf Arten, von denen man derzeit denkt, dass sie durch mittelgroße und große Windkraftanlagen relativ unbeeinflusst zu sein scheinen? 	<ul style="list-style-type: none"> Akustische Überwachung in Kombination mit systematischen Studien zur Kollisionsmortalität (ähnlich wie NIERMANN <i>et al.</i> 2011) und/oder Verhaltensstudien; wenn möglich sollte ein experimenteller Ansatz vorgenommen werden (z.B. Veränderung des KWA-Betriebs), Wärmebildtechnik.
<ul style="list-style-type: none"> Gibt es letale oder subletale Wirkungen, wenn KWA in der Nähe von Quartieren errichtet sind? 	<ul style="list-style-type: none"> Akustische Überwachung in Kombination mit der Kontrolle der Quartiere.
<ul style="list-style-type: none"> Welche Verminderungsmaßnahmen würden <i>Mortalität und/oder Störung verringern</i>? 	<ul style="list-style-type: none"> experimenteller Ansatz (vor/nach Kontrolle/Auswirkungen) mit Änderung des KWA-Betriebs.
<ul style="list-style-type: none"> Gibt es ein Potenzial für Auswirkungen von Störungen auf Populationsebene, die durch KWA verursacht werden? 	<ul style="list-style-type: none"> Studien über Mortalität und Störungen in Kombination mit Populationsmodellierung. Fallstudien, die Situationen nutzen, in denen KWA möglicherweise neben Quartieren oder Jagdhabitaten in Bereichen seltener oder gefährdeter Arten installiert wurden.
<ul style="list-style-type: none"> Welche Möglichkeiten der kumulativen Auswirkungen von KWA gibt es? 	<ul style="list-style-type: none"> Eine recherchierbare Datenbank von KWA-Installationen auf Ebene von Landkreisen oder auf Länderebene ist erforderlich.

7 Inhalt der nationalen Leitlinien

Umfang, Inhalt und Besonderheiten nationaler Leitlinien, die im Jahr 2014 von der EUROBATS Interims-Arbeitsgruppe für Windkraftanlagen und Fledermaus-Populationen bewertet wurden, variieren in hohem Maße. Sie reichen von ein paar allgemeinen Empfehlungen bis zu sehr detaillierten, umfangreichen Dokumenten. Einige der nationalen Leitlinien stehen im Einklang mit den EUROBATS-Leitlinien (veröffentlicht als EUROBATS Publication Series No. 3/deutsche Fassung), während andere in einem mehr oder weniger starken Widerspruch zu ihnen stehen. Um einen gleichermaßen wirksamen Schutz von Fledermäusen innerhalb des gesamten Bereichs des Abkommens zu gewährleisten, ist es wichtig, dass alle nationalen Leitlinien bestimmte Mindeststandards, die mit den Beschlüssen der Vertragsstaaten und dem besten Stand der Wissenschaft übereinstimmen, erfüllen.

Im Einklang mit Ziffer 5 der Resolution 5.6, bestätigt von den Vertragsparteien bei der 5. Vertragsstaatenkonferenz (2006), sollten die Vertragsparteien „geeignete nationale Leitlinien, unter Bezug auf die aktuelle Version der allgemeinen Leitlinien in Anhang 1“ entwickeln. Dieser Beschluss wurde später während der 6. Vertragsstaatenkonferenz (2010) geändert. In Einklang mit Ziffer 6 der Resolution 6.11 wurden die Parteien aufgefordert „die Umsetzung der nationalen Leitlinien entsprechend der lokalen Umwelt und basierend auf den Prinzipien der EUROBATS Publication Series No. 3

zu entwickeln und sicherzustellen“. Auf der 7. Vertragsstaatenkonferenz (2014) wurde dies bestätigt und durch den Absatz 8 der Resolution 7.5 ersetzt, der die Vertrags- und Arealstaaten auffordert, wenn nicht bereits geschehen, „nationale Leitlinien nach der allerneuesten Version der in der Resolution angehängten generischen Leitlinien des Beratenden Ausschusses von EUROBATS“ (d.h. dieses Dokument, bis es durch eine neue Fassung ersetzt wird) zu entwickeln und umzusetzen.

Eine gründliche Untersuchung dieser Bestimmung, als auch anderer Bestimmungen der Resolution 7.5 führt zu folgenden Schlussfolgerungen:

1. Die Vertragsstaaten sollten (und die Arealstaaten sind zu Gleichem aufgefordert) nationale Leitlinien für die Planungen und Verträglichkeitsprüfungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse entwickeln.
2. Die nationalen Leitlinien sollten auf den in dieser Veröffentlichung enthaltenen Grundsätzen basieren.
3. Unter Beachtung von Ziffer 5 der Resolution 7.5, kann gefolgert werden, dass die nationalen Leitlinien mindestens drei Fragestellungen abdecken sollten:
 - a) Standort-Untersuchungen,
 - b) Verträglichkeitsprüfungen vor Baubeginn,
 - c) Monitoring nach dem Bau.
4. Unter Berücksichtigung von Ziffer 6 der Resolution 7.5 sollten, wenn das Thema

nicht durch nationale oder regionale Gesetze geregelt ist, nationale Leitlinien auch die Anforderungen festlegen, die Fledermausexperten erfüllen müssen, die das Monitoring vor und nach dem Bau und die Bewertung von Auswirkungen und Einflüssen der Windkraftanlagen auf Fledermäuse durchführen.

5. Die nationalen Leitlinien sollten spezifisch für die lokale Umgebung sein, d.h. sie sollten die allgemeinen EUROBATS-Leitlinien an die örtlichen Bedingungen (sowohl auf nationaler als auf regionaler oder sogar wenn möglich niedrigeren Ebenen) anpassen.
6. Die Vertragsstaaten sollten auch für eine Umsetzung der nationalen Leitlinien sorgen, deshalb sollte bei der Arbeit an den nationalen Leitlinien darauf geachtet werden, dass sichergestellt ist, dass sie ausführbar sind, d.h., dass sie in Einklang mit den nationalen Vorschriften sowie Verwaltungspraktiken stehen, und dass sie Personal- und Ausrüstungs-Ressourcen der nationalen Fledermausschutzgemeinschaft berücksichtigen. Zugleich sollen die Vertragsparteien die Leitlinien in das nationale System von **Umweltverträglichkeitsprüfungen** einstellen, damit sichergestellt ist, dass sie beachtet werden.

Auch wenn die oben genannten Empfehlungen präskriptiv aussehen, ist jede einzelne von ihnen für eine Reihe von Interpretationen offen. Aus diesem Grund analysieren wir im Folgenden diese Punkte im Detail, als Vorschlag für Mindestanforderungen für die nationalen Leitlinien und die Bereiche, in denen eine Reihe nationaler Lösungen möglich sind.

7.1 Die Entwicklung nationaler Leitlinien

Resolution 7.5 zeigt eindeutig, dass die Vertragsstaaten aufgefordert werden, nationale Leitlinien für den Planungsprozess und die Verträglichkeitsprüfung von Windkraftanlagen auf Fledermäuse zu erstellen. Die Arealstaaten werden aufgefordert und ihnen wird empfohlen, diese Resolution zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen umzusetzen.

Die Resolution legt die Form der Leitlinien nicht fest und es ist anerkannt, dass verschiedene Lösungen in Abhängigkeit von den Präferenzen eines bestimmten Staates akzeptabel sind. Leitlinien für Windparks mögen in einem eigenen Dokument erscheinen (eine Lösung, die am häufigsten angewandt wird), das die Fragestellung von Windparks und Fledermäusen erörtert, oder als ein Kapitel in allgemeinen Leitlinien für die Beurteilung von Windparkauswirkungen auf die Umwelt, oder als ein Kapitel über Windparks in den allgemeinen Leitlinien für die Bewertung der Auswirkungen von verschiedenen Bauprojekten auf Fledermäuse.

Es ist auch möglich, separate Leitlinien für die verschiedenen Stadien des Prozesses (z.B. Untersuchungen vor dem Bau, Analyse der verfügbaren Daten und Forschungsergebnisse, Monitoring nach dem Bau) und die Windparktypen (an Land, Off-Shore, Einzel-WEA, Kleinwindkraftanlagen, etc.) zu entwickeln. Allerdings sollten diese einzelnen Leitlinien im Einklang miteinander stehen und nicht zu einer ungerechtfertigten Verringerung der Bewertungsqualität für eine spezielle Art von Windpark führen. In der Regel sollte mit Ziffer 5 der Resolution 7.5 gewährleistet werden, dass alle Windparks, die Auswirkungen auf Fledermäuse haben können, durch Verträglich-

keitsprüfungen vor dem Bau (einschließlich angemessener Untersuchungen der Standorte) und Monitoring nach dem Bau, mit den gleichen standardisierten Verfahren begleitet werden sollten. Die Zahl der durch eine WEA getöteten Fledermäuse hängt nicht davon ab, ob es eine einzelne Anlage ist oder eine, die in einer Gruppe von Windkraftanlagen steht (RYDELL *et al.* 2010a). Folglich kann die **kumulative Wirkung** mehrerer einzelner Windkraftanlagen den Auswirkungen eines großen Windparks entsprechen und daher sollten angemessene Forschungen und Bewertungen erfolgen.

Es ist anzunehmen, dass die Erstellung mehrerer regionaler Leitlinien, anstatt von nationalen, akzeptabel ist, sofern eine ausreichende Konsistenz zwischen ihnen gewährleistet ist (siehe Punkt 7.4).

7.2 Die Übereinstimmung der nationalen Leitlinien mit den EUROBATS-Leitlinien

Die Vertragsstaaten sollten die entsprechende Behörde/Organisation auswählen, die nationale Leitlinien entwickelt. In der Regel werden sie von spezialisierten Nichtregierungsorganisationen entwickelt; sie können aber auch von Forschungseinrichtungen, Naturschutz-Verwaltungen oder sogar von einzelnen Experten erstellt werden. Da jedoch die Umsetzung der Bestimmungen der Resolution und des Naturschutzes auf der nationalen Ebene die Pflicht der zuständigen staatlichen Behörden eines bestimmten Vertragsstaates sind, sollten diese Behörden sicherstellen, dass die angewendeten Leitlinien in Einklang mit dem aktuellen Wissen und mit den allgemeinen EUROBATS-Leitlinien sind. Der Gebrauch von Leitlinien, die diese Anforderungen nicht erfüllen, sollte nicht akzeptiert werden.

Die EUROBATS-Leitlinien enthalten sowohl spezifische als auch allgemeine Empfehlungen. Nationale Leitlinien können spezifische Empfehlungen wiederholen, müssen dies aber nicht. Es reicht aus, wenn sie besagen, dass die spezifischen Empfehlungen aus den EUROBATS-Leitlinien angewendet werden sollten.

Wenn die EUROBATS-Empfehlungen zu allgemein sind, sollten die nationalen Leitlinien sie genauer bestimmen. Nationale Leitlinien können auch Fragen, die nicht in den EUROBATS-Leitlinien genannt sind, regulieren.

Kleine Abweichungen von den EUROBATS Empfehlungen sind akzeptabel, wenn sie auf folgender Grundlage basieren:

- a) besonderen nationalen oder regionalen Gegebenheiten – z.B. Klima oder Artenzusammensetzung (zum Beispiel ist es nicht notwendig, akustische Detektorstudien im März in Ländern oder Regionen durchzuführen, in denen im März die Temperaturen unter Null Grad Celsius sind, oder Untersuchungen von Winterquartieren in Ländern mit einem wärmeren Klima, in denen Fledermäuse keinen Winterschlaf halten);
- b) aktuelles Wissen – um wichtige neue Methoden, die weitgehend von Fledermausforschern akzeptiert sind, und die die Wirksamkeit der Forschung und Folgenabschätzungen oder Gegenmaßnahmen verbessern, aber noch nicht in der aktuellen Version der EUROBATS-Leitlinien enthalten sind – zu integrieren.

Es sei darauf hingewiesen, dass entsprechend der Resolution 7.5, der Beratende Ausschuss von EUROBATS die allgemeinen Leitlinien unter Berücksichtigung des Wissenszuwachses aktuell halten soll. Dies

bedeutet, dass die nationalen Leitlinien ebenfalls regelmäßig aktualisiert werden sollten, um sie in Einklang mit der neuesten Version der EUROBATS-Empfehlungen und dem aktuellen Wissensstand zu halten. Eine feste Frequenz von Aktualisierungen der nationalen Leitlinien kann beschlossen werden (beispielsweise alle vier Jahre), aber effektiver scheint zu sein, sie jeweils bei Bedarf, jedoch zumindest nach jeder Aktualisierung der EUROBATS-Leitlinien, zu aktualisieren. Dies bedeutet, dass Leitlinien immer das Datum der letzten Aktualisierung oder die Versionsnummer, mit der der Benutzer die aktuellste Version identifizieren kann, enthalten sollten.

7.3 Der Inhalt der nationalen Leitlinien

Nationale oder regionale Leitlinien sollten zumindest Verträglichkeitsprüfungen vor dem Bau, einschließlich der Standortuntersuchungen und ein Monitoring nach dem Bau beinhalten. Spezifische Inhalte dieser Leitlinien sind jedoch hauptsächlich durch ihren Zweck bestimmt. **Nationale oder regionale Leitlinien sollten die allgemeinen EUROBATS-Leitlinien ergänzen, um sicherzustellen, dass die Bewertung der Windpark-Auswirkungen auf Fledermäuse spezifische Bedingungen in einem bestimmten Staat (oder in einer Region) berücksichtigt.** Diese Bedingungen umfassen vor allem:

- a) klimatische Bedingungen (diejenigen, die die Zeit der fledermausaktiven Saison beeinflussen),
- b) natürliche Bedingungen (Bodenrelief, Lebensraumtypen und deren Bedeutung für Fledermäuse),
- c) Merkmale der Fledermausfauna (Arten, deren Verbreitung und die Anzahl, Po-

pulationsgrößen, Bedrohungen, Anfälligkeit für Kollisionen in Windparks, Zeiten und **Wanderrouten**, etc.),

- d) Stand der Forschung und Analysen in den nationalen Verfahren der Verträglichkeitsprüfungen (z.B. Unterschiede im Forschungsumfang zum Zweck der **SUP**, **UVP** und Verträglichkeitsprüfungen in Natura 2000-Gebieten; besondere Anforderungen an Forschung und Berichte, die aufgrund nationaler Vorschriften erforderlich sind).

Berücksichtigt man, dass Fledermäuse durch mehrere Länder wandern und **grenzüberschreitenden Auswirkungen** unterliegen können, erfordert ihr Schutz einen grenzüberschreitenden Ansatz. Daher sollten die nationalen Leitlinien nicht im Widerspruch zu diesen Leitlinien stehen. Sie können sich jedoch auf die Wahl der Forschungsmethoden (aus den Methoden ähnlicher Wirksamkeit) und auf den Aufbau der Berichte auswirken, oder Unterschiede zwischen den Anforderungen an die Datengenauigkeit auf verschiedenen Stufen der Erteilung einer Genehmigung für den Bau eines Windparks an einem bestimmten Ort schaffen. Der Umfang der Forschung und Analysen kann normalerweise auf strategischer Planungsebene eher allgemein gehalten sein und nach und nach in den aufeinanderfolgenden Stufen des Genehmigungsprozesses präzisiert werden und mit einer vollständigen Analyse einer Verträglichkeitsprüfung abgeschlossen werden, bevor eine endgültige Entscheidung für die Genehmigung des Baus eines Windparks getroffen wird.

Natürliche Merkmale (Punkte a) bis c)) können zu kleinen Abweichungen von den EUROBATS-Leitlinien führen, beispielsweise,

um eine bessere Anpassung der Forschung an die Fledermausaktivität und -frequenz in einem bestimmten Land zu erreichen. Diese Änderungen sollten sich jedoch nur auf fundierte Entscheidungen stützen und in den Leitlinien begründet sein.

A. Mindestanforderungen über den Umfang und die Methoden der Erhebungen (vor und nach dem Bau) sind in den EUROBATS-Leitlinien enthalten. Nationale Leitlinien können auch Empfehlungen enthalten, z.B. in Bezug auf zusätzliche Datenquellen, die verwendeten Geräte (um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Ländern oder Regionen zu gewährleisten), Methoden, um Transekte bzw. Erfassungspunkte auszuwählen, Anforderungen an die räumliche Repräsentativität einer Studie, Grenzen der Fledermaus-Aktivitätszeiträume oder Anforderungen an die Qualifikation der Personen oder der Unternehmen, die mit der Durchführung der Feldarbeit und Datenanalyse betraut sind. Es wird empfohlen, dass sie auch den Umfang der Daten, die an die Genehmigungsbehörde geliefert werden, die über eine Verträglichkeitsprüfung entscheidet, sowie die Methoden der Präsentation (z.B. Art der Kartenanhänge oder das Format der Ausgangsdaten als Anhang zum Bericht) und der Speicherung (falls diese nicht sowieso in anderen nationalen Regelungen angegeben ist) spezifizieren (standardisieren). Nationale Leitlinien können unterschiedliche Empfehlungen für die Forschung in spezifischen Lebensraumtypen, die in einer bestimmten Region vorkommen, geben. Sie können auch zusätzliche Forschung vorschlagen, die über den minimalen Umfang der EUROBATS-Leitlinien hinausgeht – die obligatorisch, empfohlen

oder angenommen sind in dem jeweiligen Staat.

B. Empfehlungen zu Verträglichkeitsprüfungen vor dem Bau sollten in den nationalen Vorschriften zur Umweltverträglichkeitsprüfung festgelegt werden und im Fall von Vertragsstaaten, die Mitglieder der Europäischen Union sind, auch mit EU-Rechtsvorschriften konform sein. Entscheidend ist, dass die nationalen Leitlinien folgendes enthalten:

- 1) Mindestanforderungen an die Windpark-Standortwahl im Hinblick auf Fledermäuse, um Klarheit darüber zu schaffen, welche geplanten Windparks inakzeptabel sind (dies kann auf der Grundlage der EUROBATS-Leitlinien entschieden werden; aber nationale Leitlinien können auch zusätzliche Empfehlungen in Zusammenhang mit spezifischen lokalen Bedingungen, im Einklang mit Ziffer 2 der Resolution 7.5, enthalten);
- 2) eine Angabe, in welchen Fällen es notwendig ist, eine Bewertung der Auswirkungen auf ein Natura 2000-Gebiet oder ein anderes Gebiet oder Objekt des Naturschutzes, das zum Zwecke des Fledermausschutzes eingerichtet wurde, durchzuführen;
- 3) Typen empfohlener **Verminderungsmaßnahmen** und die Prinzipien ihrer Anwendung im Einklang mit Ziffer 9 der Resolution 7.5, unter besonderer Berücksichtigung der Grundsätze für die Verwendung von saisonalen oder zeitlichen **Fahnenstellungen**, die Erhöhung der **Anlauf-Windgeschwindigkeiten** und des zeitweisen Herunterfahrens der WEA.

C. Nationale Vorschriften für das Monitoring nach dem Bau sollten der Tatsache Rechnung tragen, dass aufgrund der möglichen Änderungen im Verhalten von Fledermäusen, die mit dem Bau des Windparks verbunden sind, jeder Windpark ein Monitoring nach dem Bau erfordert. Diese Anforderungen sollten angeben, wie die Ergebnisse bezüglich des beobachteten Niveaus der Fledermausmortalität und der Aktivitäten in der Umgebung der Rotoren in Änderungen der Empfehlungen für den WEA-Betrieb umzusetzen sind (einschließlich der Verwendung von mehr oder weniger strengen Verminderungsmaßnahmen, oder der kompletten Aufgabe der WEA, falls sie unnötig sind). Sie sollten auch spezifizieren, dass es notwendig ist, den Betrieb von Windenergieanlagen (zumindest in der Zeit der Fledermausaktivität) gänzlich zu stoppen, wenn es nicht möglich ist, die Mortalität aufgrund von Verminderungsmaßnahmen zu verringern. Wenn die Anwendung der Verminderungsmaßnahmen geändert wird, sollten die nationalen Leitlinien die Zeit und den Umfang der weiteren Monitorings nach dem Bau spezifizieren. Nationale Leitlinien sollten außerdem sicherstellen, dass die Ergebnisse der Phase des Monitorings nach dem Bau an die zuständigen Naturschutzbehörden übergeben werden und von Fachleuten für gemeinsame Analysen und Verbesserungen der nationalen und der EUROBATS-Leitlinien verwendet werden können.

Die oben genannten Empfehlungen über den Inhalt der nationalen Leitlinien bilden keine abgeschlossene Liste. Diese Leitlinien können auch andere Komponenten in Abhängigkeit von den Anforderun-

gen eines bestimmten Staates enthalten. Beispiele für solche zusätzlichen Komponenten sind: Anforderungen an die Erfahrung der Fledermausexperten, die das Monitoring vor und nach dem Bau und die Verträglichkeitsprüfungen vornehmen, Glossare der verwendeten Begriffe, Listen von zusätzlichen Literaturquellen sowie eine Liste von Organisationen, die beraten können, und die Beschreibung der Verwaltungsverfahren.

7.4 Anpassung der Leitlinien an die örtlichen Gegebenheiten

Derzeit werden in den meisten Fällen die nationalen Leitlinien für das ganze Land gelten (ein Vertragsstaat oder ein Arealstaat). Jedoch gibt es Fälle (insbesondere in den größeren Staaten), in denen verschiedene Leitlinien für verschiedene Regionen oder administrative Einheiten angepasst werden. Dies ist akzeptabel, solange die Unterschiede zwischen den regionalen Leitlinien durch die örtlichen Gegebenheiten (wie Klima, Relief des Landes oder Fledermausfauna) gerechtfertigt sind. Behörden, die für die Beachtung der EUROBATS-Leitlinien und für den Fledermausschutz zuständig sind, sollen sicherstellen, dass alle Leitlinien zwischen den Regionen so konsistent wie möglich sind. Es wird empfohlen, dass einheitliche Rahmen-Leitlinien für das ganze Land erstellt werden, die den Wunsch nach örtlichen Gegebenheiten in den verschiedenen Regionen befriedigen (z.B. einheitliche Untersuchungsmethoden, aber regionale Unterschiede für die Zeiten der Datenerfassung oder die Dateninterpretation).

Im Fall von Staaten mit ähnlichen natürlichen Bedingungen (z.B. kleine Nachbarländer), ist es akzeptabel, dass einheitliche Leitlinien für eine ganze Gruppe von Staa-

ten vereinbart werden. Dies sollte jedoch einstimmig von den zuständigen Behörden aller betreffenden Staaten genehmigt werden. In anderen Fällen ist es grundsätzlich nicht akzeptabel, dass die Leitlinien, die für einen Staat entwickelt wurden, auch in einem anderen Staat angewandt werden, insbesondere wenn dies zu einer Einschränkung des Umfangs der Forschung oder zur Anpassung reduzierter Kriterien während der Interpretation der Ergebnisse führt. Die einzigen Fälle, in denen Leitlinien, die in einem anderen Staat erstellt wurden, angewendet werden können, sind die folgenden:

- a) wenn in einem Staat, für den eine Bewertung vorgenommen wird, nationale Leitlinien noch nicht entwickelt und angenommen sind (in diesem Fall können die Leitlinien des Staates angewandt werden, die in Bezug auf die natürlichen Gegebenheiten und die Fledermausfauna am ähnlichsten sind);
- b) um den Umfang der Forschung, bezogen auf die nationalen Leitlinien zu erweitern, für wissenschaftliche oder vergleichende Zwecke, oder um ein grenzübergreifendes Gutachten durchzuführen, z. B. an der nationalen Grenze.

7.5 Die Gewährleistung der Umsetzung der Leitlinien

Die Umsetzung nationaler Leitlinien sollte von den Vertragsstaaten gewährleistet werden. Dies kann auf zwei grundlegenden Wegen erfolgen:

- a) die Einbeziehung der Verpflichtung, die Leitlinien bei der nationalen Gesetzgebung zu beachten;
- b) die Einbeziehung der Leitlinien im Zulassungsverfahren für jedes Projekt.

Daneben ist es wichtig, einheitliche Verfahren für die Bewertung von Berichten zu **Umweltverträglichkeitsprüfungen** zu erlassen, um sicherzustellen, dass nur die Berichte, die mit den nationalen Leitlinien konform gehen, zugelassen werden (Studien mit zusätzlichem, weiterem Umfang oder strengere Interpretation der Ergebnisse können auch akzeptiert werden).

Im Hinblick auf die EU-Mitgliedsstaaten (oder Kandidaten) ist zu betonen, dass die konsequente Anwendung der jüngsten nationalen Leitlinien auch kompatibel ist mit Artikel 5 Absatz 1b der *Richtlinie 2011/92/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten* und mit Artikel 5 Absatz 2 der *Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2001/42/EC vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme*. Gemäß diesen Richtlinien sollte der Umfang der erforderlichen Informationen (zum Zweck der **UVP** oder **SUP**) im Einklang mit dem aktuellen Stand des Wissens und der Prüfungsverfahren stehen. Nationale Leitlinien sollten die Bewertungsmethoden, die im Einklang mit dem aktuellen Stand des Wissens sind, spezifizieren.

Es ist nicht akzeptabel, dass, sofern nationale Leitlinien vorhanden sind (die offiziell von den zuständigen Verwaltungsbehörden oder nicht offiziell von NGOs empfohlen werden), Projekte akzeptiert werden, für die keine Verträglichkeitsprüfung durchgeführt wurde, oder die mit abweichenden Methoden, die nicht in Übereinstimmung mit den Leitlinien stehen, durchgeführt wurden, oder die verein-



facht wurden oder deutlich weniger Forschungsaufwand erfordern (und so weniger Daten ergeben, die als Basis für eine

Entscheidung dienen) als die in den nationalen Leitlinien festgelegten Methoden.

8 Schlussfolgerungen und weitere Arbeiten

Dieses Dokument enthält allgemeine Leitlinien für die Planung und Verträglichkeitsprüfungen zur Berücksichtigung der Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse. Zusätzlich fasst es relevante Forschungsprioritäten zusammen. Es ist keineswegs vollständig und erfordert

eine Fortentwicklung vor allem im europäischen Kontext.

Die aktuellen Auswirkungen von Windparks auf Fledermäuse sollten weiter untersucht werden, um Lösungen zu finden, um die Auswirkungen zukünftiger Windpark-Entwicklungen zu minimieren.

9 Referenzen / weiterführende Literatur

- 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., L. BACH, H.J. BAAGØE, & J. PETTERSSON (2007): Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia - Report (Nr. 5571) to the Swedish Environmental Protection Agency, 37 S.
- AHLÉN, I., H.J. BAAGØE & L. BACH (2009): Behaviour of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy* 90 (6): 1318-1323.
- ALBRECHT, K. & C. GRÜNFELDER (2011): Fledermäuse für die Standortplanung von Windenergieanlagen erfassen – Erhebungen in kollisionsrelevanten Höhen mit einem Heliumballon. *Naturschutz & Landschaftsplanung* 43 (1): 5-14.
- ALCALDE, J.T. (2003): Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. *Barbastella* 2: 3-6.
- ALTRINGHAM, J.D. (2008): Bat Ecology and Mitigation; Proof of Evidence; Public enquiry into the A350 Westbury bypass. White Horse Alliance, Neston, UK, 37 S.
- ALVES, P., B. SILVA & S. BARREIRO (2011): Estudo de Incidências Ambientais do Parque Eólico do Alto dos Forninhos: Quirópteros. Plecotus, Lda.
- AMORIM, F., H. REBELO & L. RODRIGUES (2012): Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the Mediterranean region. *Acta Chiropterologica* 14(2): 439-457.
- ANDRÉ, Y. (2005): Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort, 21 S.
- 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.
- 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'CONNEL, M.D. PIORKOWSKI & R.D. TANKERSLEY (2008): Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *J. Wildl. Manag.* 72(1): 61-78.
- ARNETT, E.B., M.M.P. HUSO, J.P. HAYES & M. SCHIRMACHER (2010): Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA.
- ARNETT, E.B., M.M.P. HUSO, M. SCHIRMACHER & J.P. HAYES (2011): Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy fa-

- cilities. *Front Ecol. Environ.* 2011, 9(4): 209-214.
- ARNETT, E.B., R.M.R. BARCLAY & C.D. HEIN (2013a): Thresholds for bats killed by wind turbines. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11: 171-171. doi:10.1890/1540-9295-11.4.171
- ARNETT, E.B., C.D. HEIN, M.R. SCHIRMACHER, M.M.P. HUSO & J.M. SZEWCZAK (2013b): Evaluating the Effectiveness of an Ultrasonic Acoustic Deterrent for Reducing Bat Fatalities at Wind Turbines. *PLoS ONE* 8(6): e65794. doi:10.1371/journal.pone.0065794
- ARNETT, E.B., G.D. JOHNSON, W.P. ERICKSON & C.D. HEIN (2013c): A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. *Bat Conservation International*. Austin, Texas, USA.
- BACH, L. & U. RAHMEL (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktabschätzung. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7*: 245-252.
- BACH, L. & P. BACH (2009): Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Aktivität von Fledermäusen. *Nyctalus (N.F.)* 14 (1-2): 3-13.
- BACH, L. & P. BACH (2011): Report of a pilot project to study bat migration in Falsterbo. Unpubl. report to Länstyrelsen Skåne Län, Malmö, 4 S.
- BACH, L. & I. NIERMANN (2011): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Endbericht 2010. Unpubl. Bericht an PNE Wind AG, 72 S.
- BACH, L., P. BACH, M. TILLMANN & H. ZUCCHI (2012): Fledermausaktivität in verschiedenen Straten eines Buchenwaldes in Nordwestdeutschland und Konsequenzen für Windenergieplanungen. *NaBiV* 128: 147-158.
- BACH, L. & I. NIERMANN (2013): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Bericht 2012 – Überprüfung des Abschaltalgorithmus. Unpubl. report to PNE Wind AG, 28 S.
- BACH, L., P. BACH, S. EHNBOOM & M. KARLSSON (2013a): Short report about bat migration at Måkläppen (Falsterbo) 2012. Report to Län styrelsen Skåne Län, 3 S.
- BACH, P., L. BACH, K. ECKSCHMITT, K. FREY & U. GERHARDT (2013b): Bat fatalities at different wind facilities in northwest Germany. Poster at CWE2013, Stockholm, 5–7 February 2013 (*Naturvardsverket rapport 6546:117*) and 3rd International Bat Meeting, Berlin, 1–3 March 2013.
- BACH, L., P. BACH, A. FUSS, M. GÖTTSCHE, R. HILL, O. HÜPPOP, H. MATTHES, M. MEYER, H. POMMERANZ, B. RUSSOW, A. SEEBENS & A. BEIERSDORF (2013c): Verfahrensanweisung zur Untersuchung des Fledermaus-Zugesgeschehens im Offshore-Bereich der Ostsee. In: BSH (Hrsg.) *Standard Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4)*. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg und Rostock: 70-75.
- BAERWALD, E.F., G.H. D'AMOURS, B.J. KLUG & R.M.R. BARCLAY (2008): Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18 (16): pR 695-696.
- BAERWALD, E.F. & R.M.R. BARCLAY (2009): Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. *Journal of Mammalogy*, 90(6): 1341-1349.
- BAERWALD, E.F. & R. BARCLAY (2014): Science-based strategies can save bats at wind farms. *Bats* 32 (2): 2-4.
- BARANAUSKAS, K. (2010): Diversity and abundance of bats (Chiroptera) found in bat boxes in East Lithuania. *Acta Zoologica Lituonica* 20: 39-44.
- BARATAUD, M., D. DEMONTOUX, P. FAVRE, S. GIOIA & J. GRANDADAM (2013): Bioévaluation des peuplements du Méléze commun (*Larix decidua*) dans le Parc National du Mercantour par l'étude des chiroptères en activité de chasse. *Le Rhinolophe*, Genève, 19: 59-86.
- BARCLAY, R.M.R. & L.M. HARDER (2003): Life histories of bats: life in the slow lane. *Bat Ecology* (eds. T.H. Kunz & M.B. Fenton), University of Chicago Press, Chicago, IL.: 209-253.
- BAS, Y., A. HAQUART, J. TRANCHARD & H. LAGRANGE (2014): Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure: évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. *Symbioses, Actes des 14èmes Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFEPM*, Bourges mars 2012, 32: 83-87.
- BASTOS, R., M. SANTOS & J.A. CABRAL (2013): A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. *Ecological Indicators*, 34: 428-440.
- BCT (2007): Micro-turbine bat mortality incidents, received by the Bat Conservation Trust, 1 S.
- BCT (2014): Tiny Bat Crosses the North Sea! Available: http://www.bats.org.uk/news.php/233/tiny_bat_crosses_the_north_sea
- 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.). Unpubl. 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. Unpubl. Bericht für 2005 im Auftrag von Regiowind GmbH & Co. KG Freiburg, 32 S. + Karten.
- BEHR, O., R. BRINKMANN, I. NIERMANN & F. KORNER-NIEVERGELT (2011): Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: BRINKMANN, R., BEHR, O., NIERMANN, I. & M. REICH, (Hrsg.): *Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen*. *Umwelt und Raum* 4: 177-286.
- BEHR, O., K. HOCHRADEL, J. MAGES, M. NAGY, F. KORNER-NIEVERGELT, I. NIERMANN, R. SIMON, N. WEBER & R. BRINKMANN (2013): Reducing bat fatalities at wind turbines in central Europe - How efficient are bat-friendly operation algorithms in a field-based experiment. *Conference on Wind Power and Environmental Impacts*, Stockholm, 5–7 February.
- BENNETT, V.J. & A.M. HALE (2014): Red aviation lights on wind turbines do not increase bat-turbine collisions. *Animal Conservation*. doi: 10.1111/acv.12102
- BEUCHER, Y., V. KELM, F. ALBESPY, M. GEYELIN, L. NAZON & D. PICK (2013): Parc éolien de Castelnau-Pegayrols (12): Suivi plurian-

- nuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2001), 111 S.
- BERNARDINO, J., R. BISPO, R. REBELO, M. MASCARENHAS & H. COSTA (2011): Enhancing carcass removal trials at three wind energy facilities in Portugal. *Wildl. Biol. Pract.* 7(2): 1-14.
- BERNARDINO J., R. BISPO, H. COSTA & M. MASCARENHAS (2013): Estimating bird and bat fatalities at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. *New Zealand Journal of Zoology* 40 (1): 63-74.
- BIO3. www.wildlifefatalityestimator.com.
- BISPO, R., G. PALMINHA, J. BERNARDINO, T. MARQUES, & D. PESTANA (2010): A new statistical method and a web-based application for the evaluation of the scavenging removal correction factor. *Proceedings of the VIII Wind Wildlife Research Meeting, Denver, EUA.*
- BOSHAMMER, J.P.C. & J.P. BEKKER (2008): *Nathusius' pipistrelles (Pipistrellus nathusii)* and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. *Lutra* 51(1): 17-36.
- BRINKMANN, R., H. SCHAUER-WEISSHAHN & F. BONTADINA (2006): Survey of possible operational impacts on bats by wind facilities in Southern Germany. Final report submitted by the Administrative District of Freiburg, Department of Conservation and Landscape management and supported by the foundation Naturschutzfonds.
- BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (ed.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. *Umwelt und Raum* 4, 457 S.
- BRUDERER, B. & A. POPA-LISSEANU (2005): Radar data on wind-beat frequencies and flight speeds of two bat species. *Acta Chiropterologica* 7(1): 73-82.
- CAMINA, A. (2012): Bat fatalities at wind farms in northern Spain – lessons to be learned. *Acta Chiropterologica* 14(1): 205-212.
- CHAPMANN, J.W., V.A. DRAKE & D.R. REYNOLDS (2011): Recent insights from Radar studies of insect flight. *Annu. Rev. Entomol.* 56: 337-356.
- CIECHANOWSKI, M. (2005): Utilization of artificial shelters by bats (Chiroptera) in three different types of forest. *Folia Zool.* 54(1-2): 31-37.
- COLLINS, J. & G. JONES (2009): Differences in bat activity in relation to bat detector height: implications for bat surveys at proposed windfarm sites. *Acta Chiropterologica* 11(2): 343-350.
- CORBETTA, G. & T. MILORADOVIC (ed.) (2014): Wind in power: 2013 European statistics. *European Wind Energy Association (EWEA)*, 12 S.
- CORNUT, J. & S. VINCENT (2010a): Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. *GCRA & LPO Drôme*, 42 S.
- CORNUT, J. & S. VINCENT (2010b): Suivi de la mortalité de chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. *Le Bièvre* 24: 51-57. Available: <http://coraregion.free.fr/images/bievre/bievre24.pdf>
- COX, R., C. ROBINSON & C. PENDLEBURY (2013): Bats and offshore wind farms in the North Sea – is there a potential issue? Poster at the CWE in Stockholm 5-7 February 2013.
- CRYAN, P.M., P.M. GORRESEN, C.D. HEIN, M.R. SCHIRMACHER, R.H. DIEHL, M.M. HUSO, D.T.S. HAYMAN, P.D. FRICKER, F.J. BONACCORSO, D.H. JOHNSON, H. HESIT & D.C. DALTON (2014): Behavior of bats at wind turbines. *PNAS*. doi: 10.1073/pnas.1406672111
- DAAN, S. (1980): Long term changes in bat populations in The Netherlands: a summary. *Lutra* 22: 95-105.
- DUBOURG-SAVAGE, M.J., L. RODRIGUES, H. SANTOS, P. GEORGIAKAKIS, E. PAPADATOU, L. BACH & J. RYDELL (2011): Pattern of bat fatalities at wind turbines in Europe: comparing north and south. *Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2–5 May 2011, Trondheim, Norway, NINA Report 693. Proceedings, poster abstract: 124.*
- DULAC, P. (2008): Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. *Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée/ADEME Pays de la Loire/Conseil Régional des Pays de la Loire, La Rochelle-sur-Yon, Nantes*, 106 S.
- 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): Möglichkeiten zur Reduzierung von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen in Brandenburg. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 238-252.
- ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHNSON G. & W. KERN (2000): Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants. *National avian, Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California*: 172-182.
- ERIKSSON, A., P. BACH, J. DE JONG & L. BACH (2013): Studie av migrerande fladdermöss vid Södra Midsjöbanken, hösten 2012. Unpubl. report to E.ON Vind Sverige AB, 20 S.
- FENTON, M.B. & D.R. GRIFFIN (1997): High-Altitude Pursuit of Insects by Echolocating Bats. *Journal of Mammalogy* 78(1): 247-250.
- FERRI, V., O. LOCASCIULLI, C. SOCCINI & E. FORLIZZI (2011): Post construction monitoring of wind farms: first records of direct impact on bats in Italy. *Hystrix It. J. Mamm.* 22(1): 199-203.
- FREY, K., L. BACH & P. BACH (2011): Fledermauszug entlang der südlichen Nordseeküste. – Poster von der 10. Fachtagung der BAG Fledermausschutz, 1.-3.4.2011, Benediktbeuern.
- FREY, K., L. BACH, P. BACH & H. BRUNKEN (2012): Fledermauszug entlang der südlichen Nordseeküste. *NaBiV* 128: 185-204.
- FURE, A. (2006): Bats and lighting. *The London Naturalist* 85: 1-20.
- GEORGIAKAKIS, P., E. KRET, B. CÁRCAMO, B. DOUTAU, A. KAFKALETU-DIEZ, D. VASILAKIS & E. PAPADATOU (2012): Bat fatalities at wind farms in north-eastern Greece. *Acta Chiropterologica* 14 (2): 459-468.
- GRINDAL, S.D. & R.M. BRIGHAM (1998): Short-term effects of small-scale habitat disturbance on activity by insectivorous bats. *J. Wildl. Manage* 62 (3): 996-1003.
- GRODSKY, S.M., M.J. BEHR, A. GENDLER, D. DRAKE, B.D. DIETERLE, R.J. RUDD & N.L. WALRATH (2011): Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy* 92(5): 917-925.
- GRÜNKORN, T., A. DIEDERICHS, B. STAHL, D. DÖRTE & G. Nehls (2005): Entwicklung einer



- Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Unpubl. Bericht für Landesamt 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.
- GRZYWINSKI, W., A. WEGIEL, J. WEGIEL, M. CIECHANOWSKI, R. JAROS, A. KMIECİK & P. KMIECİK (2014): Bat activity in forests in the Beskid Mountains (The Carpathians, Poland). Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1–5 September 2014, Šibenik, Croatia: 72.
- HAYES, M.A. (2013): Bats Killed in Large Numbers at United States Wind Energy Facilities. *BioScience* 63(12): 975-979.
- HENSEN, VON F. (2004): Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. *Nyctalus (N.F.)* 9 (5): 427-435.
- HORN, J.W., E.B. ARNETT & T.H. KUNZ (2008): Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *The Journal of Wildlife Management* 72(1): 123-132.
- HUNDT, L., K. BARLOW, R. CROMPTON, R. GRAVES, S. MARKHAM *et al.* (2012): Bat Surveys – Good Practice Guidelines (2nd edition): Surveying for Onshore Wind Turbines. London, UK, Bat Conservation Trust. Available: http://www.bats.org.uk/data/files/Surveying_for_onshore_wind_farms_BCT_Bat_Surveys_Good_Practice_Guidelines_2nd_Ed.pdf
- HÜPPOP, O. (2009): Bat migration on Helgoland, a remote island in the North Sea: wind assisted or wind drifted. Poster at the 1st International Symposium on Bat Migration, 16–18 January 2009, Berlin.
- HURST, J., H. SCHAUER-WEISSHAHN, M. DIETZ, E. HÖHNE, M. BIEDERMANN, W. SCHORCHT, I. KARST & R. BIEDERMANN (2014): When are bats active in high altitude above the forest canopy? Activity data from wind masts allows prediction of times with high collision risks. Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1-5 September 2014, Šibenik, Croatia: 84.
- HUSO, M.M.P. (2010): An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*: doi: 10.1002/env.
- IUCN (2014): The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 24 July 2014.
- 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.
- JAIN, A., P. KERLINGER, R. CURRY & L. SLOBODNIK (2007): Annual Report for the Maple Ridge Wind Power Project: Postconstruction Bird and Bat Fatality Study – 2006. Final Report. Curry and Kerlinger, LLC.
- JONES, G. (2009): Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Final report, BCT, 150 S.
- DE JONG, J. (1995): Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta Theriologica* 40: 237-248.
- KALCOUNIS, M.C., K.A. HOBSON, R.M. BRIGHAM & K.R. HECKER (1999): Bat activity in boreal forest: importance of stand type and vertical strata. *Journal of Mammalogy* 80: 673-682.
- KELM, D.H., J. LENSKI, V. KELM, U. TOELCH & F. DZIOCK (2014): Seasonal Bat Activity in Relation to Distance to Hedgerows in an Agricultural Landscape in Central Europe and Implications for Wind Energy Development. *Acta Chiropterologica* 16 (1): 65-73. doi:10.3161/150811014X683273
- KEPEL, A., M. CIECHANOWSKI & R. JAROS (2011): How to assess the potential impact of wind turbines on bats using bat activity surveys? A case study from Poland. XII European Bat Research Symposium, Vilnius, Lithuania, August 22-26: 72.
- KIRKPATRICK, L., D. DENT, S. BAILEY & K.J. PARK (2014): Bats in “ecological desert”: Activity and abundance of bats in commercial coniferous plantations. Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1–5 September 2014, Šibenik, Croatia: 92.
- KORNER-NIEVERGELT, F., P. KORNER-NIEVERGELT, O. BEHR, I. NIERMANN, R. BRINKMANN & B. HELLRIEGEL (2011): A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildl. Biology* 17 (4): 350-363.
- KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN R., I. NIERMANN & O. BEHR (2013): Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. *PLoS ONE* 8 (7): e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.
- KUNZ, T.H., ARNETT E.B., ERICKSON W.P., HOAR A.R., JOHNSON G.D., LARKIN R.P., STRICKLAND M.D., R.W. THRESHER & M.D. TUTTLE (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs and hypotheses. *Frontiers in Ecology* 5: 315-324.
- KUSCH, J. & F. SCHOTTE (2007): Effects of fine-scale foraging habitat selection on bat community structure and diversity in a temperate low mountain range forest. *Folia Zoologica* 56 (3): 263-276.
- KUSCH, J., C. WEBER, S. IDELBERGER & T. KOOB (2004): Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoologica* 53 (2): 113-128.
- LAGRANGE, H., E. ROUSSEL, A.-L. UGHETTO, F. MELKI, G. STEINMETZ & C. KERBIROU (2011): Chirotech, A Multi-Factorial Mitigation process to reduce Bat fatalities at wind energy facilities. In: Hutson A.M., P.H.C. Lina (eds.): XII European Bat Research Symposium – Programme, abstract, list of participants: 33.
- LAGRANGE, H., P. RICO, Y. BAS, A.-L. UGHETTO, F. MELKI & C. KERBIRIOU (2013): Mitigating bat fatalities from wind-power plants through targeted curtailment: results from 4 years of testing of CHIROTECH®. Presentation at the CWE in Stockholm 5-7 February 2013 and at the 16th International Bat Research Conference, Costa Rica.
- LEHNERT, L.S., S. KRAMER-SCHADT, S. SCHÖNBORN, O. LINDECKE, I. NIERMANN & C.C. VOIGT (2014): Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. *PLoS ONE* 9 (8): e103106. doi:10.1371/journal.pone.0103106
- LIMPENS, H.J.G.A., W. HELMER, A. VAN WINDEN & K. MOSTERT (1989): Bats (Chiroptera) and linear landscape elements: a review of our present knowledge of the importance of linear landscape elements to bats. *Lutra* 32 (1): 1-20.

- LIMPENS, H.J.G.A. & K. KAPTEYN (1991): Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis* 29: 39-48.
- LIMPENS, H.J.G.A., M. BOONMAN, F. KORNER-NIEVERGELT, E.A. JANSEN, M. VAN DER VALK, M.J.J. LA HAYE, S. DIRKSEN & S.J. VREUGDENHIL (2013): Wind turbines and bats in the Netherlands – Measuring and predicting. Report 2013. 12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.
- LONG, C.V., J.A. FLINT, P.A. LEPPER & S.A. DIBLE (2009): Wind turbines and bat mortality: Interactions of bat echolocation pulses with moving turbine rotor blades. *Proceedings of the Institute of Acoustics* 31: 185-192.
- LONG, C.V., J.A. FLINT & P.A. LEPPER (2010a): Wind turbines and bat mortality: Doppler shift profiles and ultrasonic bat-like pulse reflection from moving turbine blades. *J. Acoust. Soc. Am.* 128 (4): 2238-2245.
- LONG, C.V., J.A. FLINT, M. KHAIRUL, A. BAKAR & P.A. LEPPER (2010b): Wind turbines and bat mortality: Rotor detectability profiles. *Wind Engineering* 34 (5): 517-530.
- LONG, C. V., J.A. FLINT & P.A. LEPPER (2011): Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research* 57 (2), 323-331.
- MAGES, J. & O. BEHR (2008a): Übersicht über die Installation und den Betrieb des akustischen Detektorsystem "Bat-corder" im Rahmen des Forschungsvorhaben "Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen", 30 S.
- MAGES, J. & O. BEHR (2008b): Ergänzende Anleitung für die Installation und den Betrieb des Detektors "Anabat SD1" im Rahmen des Forschungsvorhaben "Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 16 S.
- MATHEWS, F., M. SWINDELLS, R. GOODHEAD, T. A. AUGUST, P. HARDMAN, D.M. LINTON & D. J. HOSKEN (2013): Effectiveness of search dogs compared with human observers in locating bat carcasses at wind-turbine sites: A blinded randomized trial. *Wildlife Society Bulletin* 37: 34–40. doi: 10.1002/wsb.256
- MCCRACKEN, G.F., E.H. GILLAM, J.K. WESTBROOK, Y.-F. LEE, M.L. JENSEN & B.B. BALSLEY (2008): Brazilian free-tailed bats (*Tadarida brasiliensis*: Molossidae, Chiroptera) at high altitude: links to migratory insect populations. *Integrative and Comparative Biology* 48 (1): 107-118.
- MEEDDM (2010): Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens, 187 S.
- MEDDE (2014): Guide sur l'application de la réglementation relative aux espèces protégées pour les parcs éoliens terrestres, 32 S. Available: http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_Eolien_especes_protegees-2.pdf
- MEYER, M.M. (2011): Method validation and analysis of bat migration in the Fehmarnbelt area between autumn 2009 and autumn 2010. Diploma Thesis Fachhochschule Osnabrück, 126 S.
- MESCHEDE, A. & K.G. HELLER (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 66, 374 S.
- MINDERMAN, J., C.J. PENDLEBURY, J.W. PEARCE-HIGGINS & K.J. PARK (2012): Experimental Evidence for the Effect of Small Wind Turbine Proximity and Operation on Bird and Bat Activity. *PLoS ONE* 7 (7): e41177. doi:10.1371/journal.pone.0041177.
- MINDERMAN, J., E. FUENTES-MONTEMAYOR, J.W. PEARCE-HIGGINS, C.J. PENDLEBURY & K.J. PARK (n.d.) Levels and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites. In preparation.
- MITCHELL-JONES, A.J. (2004): Bat Mitigation Guidelines. English Nature, Peterborough. Available:<http://publications.naturalengland.org.uk/file/111044>
- MÜLLER, J., R. BRANDL, J. BUCHNER, H. PRETZSCH, S. SEIFERT, C. STRÄTZ, M. VEITH & B. FENTON (2013): From ground to above canopy – bat activity in mature forests is driven by vegetation density and height. *Forest Ecology and Management* 306: 179-184.
- NATURAL ENGLAND (2007): Disturbance and protected species: understanding and applying the law in England and Wales. *Natural England*, 24/8/07, 30 S. Available:http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140605090108/http://www.naturalengland.org.uk/Images/esisd_tcm6-3774.pdf
- 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.
- NIERMANN, I., R. BRINKMANN, F. KORNER-NIEVERGELT & O. BEHR (2011): Systematische Schlagopfersuche – Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (ed.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. *Umwelt und Raum* 4: 40-115.
- PARK, K.J., A. TURNER & J. MINDERMAN (2013): Integrating applied ecology and planning policy: the case of micro-turbines and wildlife conservation. *Journal of Applied Ecology* 50: 199-204. doi:10.1111/jpe.12005.
- PARSONS, K.N., G. JONES, I. DAVIDSON-WATTS & F. GREENAWAY (2003): Swarming of bats at underground sites in Britain - implications for conservation. *Biol. Conservation* 111 (1): 63-70.
- PAULA, J., M.C. LEAL, M.J. SILVA, R. MASCARENHAS, H. COSTA & M. MASCARENHAS (2011): Dogs as a tool to improve bird-strike mortality estimates at wind farms. *Journal for Nature Conservation* 19: 202-208.
- PAULDING, E., J. NOWAKOWSKI & W. GRAINGER (2011): The use of dogs to perform mortality searches: cost effective and efficient. Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts, 2–5 May 2011, Trondheim, Norway, NINA Report 693, poster abstract: 114.
- PETIT, E. & F. MAYER (2000): A population genetic analysis of migration: the case of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). *Molecular Ecology* 9: 683-690.
- PÉRON, G., J.E. HINES, J.D. NICHOLS, W.L. KENDALL, K.A. PETERS & D.S. MIZRAHI (2013) Estimation of bird and bat mortality at wind-power farms with superpopula-

- tion models. *Journal of Applied Ecology* 50(4): 902-911.
- PHILLIPS, J.F. (1994): The effect of a wind farm on the upland breeding bird communities of Bryn Tili, Mid-Wales: 1993-1994. RSPB, The Welsh Office, Bryn Aderyn, The Bank, Newtown, Powys.
- PLANK, M., K. FIEDLER & G. REITER (2011): Use of forest strata by bats in temperate forests. *Journal of Zoology*: 286(2): 154-169.
- POERINK, B. J., S. LAGERVELD & H. VERDAAT (2013): Pilot Study. Bat Activity in the Dutch Offshore Wind Farms Owex and Pawp. The Fieldwork Company, Groningen, 19 S.
- REICHENBACH, M. (2002): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel – Ausmaß und planerische Bewältigung. Dissertation at the TU Berlin: 207 S.
- RENEWABLEUK (2012): Small and medium wind market report. Available: <http://www.renewableuk.com/en/publications/index.cfm/SMMR2012>
- RICO, P. & H. LAGRANGE (2011): Chirotech, Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Ma de Leuze (commune de Saint-Martin-de-Crau, 13) 2011. Rapport Biotope, contrat n°8 pour l'ADEME, 51 S.
- RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, J. GOODWIN & C. HARBUSCH (2008): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publ. Ser. 3: 51 S. Available: http://www.eurobats.org/publications/eurobats_publication_series
- ROSCIONI, F., D. RUSSO, M. DI FEBBRARO, L. FRATE, M.L. CARRANZA & A. LOY (2013): Regional-scale modelling of the cumulative impact of wind farms on bats. *Biodivers. Conserv.* 22: 1821-1835. doi:10.1007/s10531-013-0515-3.
- ROSCIONI, F., H. REBELO, D. RUSSO, M. L. CARRANZA, M. DI FEBBRARO & A. LOY (2014): A modelling approach to infer the effects of wind farms on landscape connectivity for bats. *Landscape Ecology* 29(5): 891-903.
- 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.
- RUSSO, D. & G. JONES (2003): Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography* 26: 197-209.
- RYDELL, J., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES & A. HEDENSTRÖM (2010a): Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2): 261-274.
- RYDELL, J., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES & A. HEDENSTRÖM (2010b): Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *Eur. J. Wildl. Res.* 56: 823-827.
- RYDELL, J., L. BACH, P. BACH, L. GUIA DIAZ, J. FURMANKIEWICZ, N. HAGNER-WAHLSTEN, E.-M. KYHERÖINEN, T. LILLEY, M. MASING, M.M. MEYER, G. PÉTERSONS, J. ŠUBA, V. VASKO, V. VINTULIS & A. HEDENSTRÖM (2014): Phenology of migratory bat activity across the Baltic Sea and the south-eastern North Sea. *Acta Chiropterologica* 16 (1): 139-147.
- SANÉ, F. (2012): Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Paou sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères : Bilan de 3 années de suivi (2008-2009-2010). ALEPE, unpublished report for EDF EN, 111 S.
- SANTOS, H., L. RODRIGUES, G. JONES & H. REBELO (2013): Using species distribution modelling to predict bat fatalities at wind farms. *Biol. Conserv.* 157: 178-186. doi:10.1016/j.biocon.2012.06.017.
- 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. Unpubl. report: 41 S.
- SCHAUB, A., J. OSTWALD & B.M. SIEMERS (2008): Foraging bats avoid noise. *The Journal of Experimental Biology* 211: 3174-3180.
- SEEBENS, A., A. FUSS, P. ALLGEYER, H. POMMERANZ, M. MÄHLER, H. MATTHES, M. GÖTTSCHE, M. GÖTTSCHE, L. BACH & C. PAATSCH (2013): Fledermauszug im Bereich der deutschen Ostseeküste. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), 38 S.
- SEICHE, K., P. ENDL & M. LEIN (2007): Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen – Ergebnisse einer landesweiten Studie. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 170-181.
- SFEPM (2012). Méthodologie pour le diagnostic chiroptérologique des parcs éoliens. 16 S. Available: http://www.sfepm.org/pdf/Diag-SFEPM-eolien_vFinale.pdf
- SJOLLEMA, A. (2011): Bat activity in the vicinity of proposed wind power facilities along the mid-Atlantic coast. Master thesis at University of Maryland Center for Environmental Science, 121 S.
- SKIBA, R. (2011): Fledermäuse in Südwest-Jütland und deren Gefährdung an Offshore-Windenergieanlagen bei herbstwanderungen über die Nordsee. *Nyctalus (N.F.)* 16 (1-2): 33-44.
- SNH (2010): Micro-renewables and nature conservation: a guide for householders and installers. Perth, UK: Scottish Natural Heritage. Available: <http://www.snh.org.uk/pubs/detail.asp?id=1451>. Accessed 12 April 2011.
- SNH (2012): Assessing the impact of small-scale wind energy proposals on the natural heritage. Inverness, UK: Scottish Natural Heritage. Available: <http://www.snh.gov.uk/docs/A669283.pdf>
- SONNTAG, N., T. WEICHLER, S. WEIEL & B. MEYER (2006): Blinder Passagier – Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) landet auf einem Forschungsschiff in der Pommerschen Bucht (südliche Ostsee). *Nyctalus (N.F.)* 11 (4): 277-279.
- STONE, E.L., G. JONES & S. HARRIS (2009): Street Lighting Disturbs Commuting Bats. *Current Biology* 19(13): 1123-1127. doi:10.1016/j.cub.2009.05.058
- SZEWCAK, J.M. & E.B. ARNETT (2008): Field test results of a potential acoustic deterrent to reduce bat mortality from wind turbines. An investigative report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- ROLLINS, K.E., D. K. MEYERHOLZ, G.D. JOHNSON, A.P. CAPPARELLA & S.S. LOEW (2012): A Forensic Investigation Into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? *Veterinary Pathology* 49 (2): 362-371.
- THOMAS, D.W. (1995): Hibernating bats are sensitive to nontactile human disturbance. *Journal of Mammalogy* 76(3): 940-946.

- VERBOOM, B. & H. HUITEMA (1997): The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology* 12 (2): 117-125.
- VOIGT, C.C., A.G. POPA-LISSEANU, I. NIEMANN & S. KRAMER-SCHADT (2012): The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153: 80-86.
- WALSH, A.L. & S. HARRIS (1996a): Foraging habitat preferences of Vespertilionid bats in Britain. *Journal of Applied Ecology* 33: 508-518.
- WALSH, A.L. & S. HARRIS (1996b): Factors determining the abundance of Vespertilionid bats in Britain: Geographical, land class and local habitat relationships. *Journal of Applied Ecology* 33: 519-529.
- 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.
- WALTER, G., H. MATTHES & M. JOOST (2007): Fledermauszug über Nord- und Ostsee – Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zuggeschehen. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 221-233.
- WARREN-HICKS, W., J. NEWMAN, R. WOLPERT, B. KARAS & L. TRAN (2013): Improving methods for estimating fatality of birds and bats at wind energy facilities. Public Interest Energy Research (PIER) Program. Final Project Report. California Energy Commission. February 2013.
- WINKELMAN, J.E. (1989): Vogels e het windpark nabij Urk (NOP): aanvarings slachtoffers en versterking van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15: 169 S.
- WOJCIUCH-PLOSKONKA, M. & B. BOBEK (2014): The effect of forest habitat-types and age classes of tree stands on the population densities of bats and nocturnal insects in the Niepolomice Forest, Southern Poland. Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1-5 September 2014, Šibenik, Croatia: 169.
- WWEA (2012): Small Wind Report 2012. Bonn, Germany: World Wind Energy Association.
- 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.

10 Glossar

- Anlauf-Windgeschwindigkeit** – Die Windgeschwindigkeit, bei der eine WEA beginnt, elektrische Energie zu erzeugen. Sie ist modellabhängig, liegt aber in der Regel zwischen 2,5 bis 4 m/s. Größere moderne WEA können sehr präzise programmiert werden, um bei höheren Windgeschwindigkeiten zu starten.
- Ausgleichsmaßnahme** – Maßnahme, um restliche negative Umweltauswirkungen wie Lebensraumverlust, Tiersterblichkeit oder Verletzungen, die nicht vermieden oder gemildert werden können, anzugehen.
- Automatischer Fledermaus-Detektor** – Ein System zur Aufzeichnung von Fledermausechoortungsrufen, das unbeaufsichtigt im Feld gelassen werden kann.
- Entfernung von Windkraftanlagen** – Die kürzeste gerade Linie in Abstand zwischen einem bestimmten Punkt oder einer Linie und dem horizontalen Kreis mit dem Zentrum in der Windturbinenturm-Achse und einem Radius gleich der Rotor-Länge (Näherungswert).
- Fahnenstellung** – Einstellen des Winkels der Rotorblätter parallel zum Wind oder Drehen der gesamten Einheit aus dem Wind, um die Rotorblattdrehung zu verlangsamen oder zu stoppen. Der Rotor ist während der Abschaltung nicht fixiert, sondern kann sich mit sehr geringer Geschwindigkeit frei drehen.
- FFH-Richtlinie** – Richtlinie 92/43/EEC des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.
- Fledermaus-Aktivitätsindex** – Ein numerischer Wert angegeben in Aktivitätseinheiten (z.B. Anzahl der vorbei fliegenden Fledermäuse) pro Stunde, der für jede Untersuchung an jedem Horchpunkt oder funktionalen Transekt (wie auch für den ganzen Windpark oder ausgewählte Teile) bestimmt und für einzelne Arten oder Artengruppen getrennt (und für alle Fledermäuse) berechnet wird; der Begriff „durchschnittlicher Fledermaus-Aktivitätsindex“ kann zusätzlich verwendet werden. Er bedeutet einen numerischen Wert angegeben in Aktivitätseinheiten pro Stunde und wird für einen ausgewählten Zeitraum ermittelt – z.B. für die Herbstwanderung oder für das ganze Jahr - und wird, im Einklang mit der geltenden Methodik, als das arithmetische Mittel der in einem bestimmten Zeitraum aufgezeichneten Indizes oder auf andere Weise berechnet.
- Grenzüberschreitende Auswirkungen** – Jede Auswirkung, die durch eine Aktion in einem bestimmten Land verursacht wird und die auf Bereiche unter der Gerichtsbarkeit eines anderen Landes oder anderer Länder Einfluss hat.
- Kleinwindkraftanlagen (KWA)** – Es gibt keine weltweit akzeptierte Definition von „Kleinwindkraftanlagen“ aber die obere Grenze der Definitionen in den einzelnen Ländern liegt typischerweise im Bereich von 15 bis 100 kW Generatorkapazität (World Wind Energy Association 2013). Es wird manchmal zwischen Mikro-Windanlagen (0-1,5 kW), Kleinwindanlagen (1,5 bis 50 kW) und Mittelwindanlagen (50-100 kW) unterschieden (RENEWABLES UK 2012).

Konfliktanalyse – Systematische Untersuchung des Profils, der Ursachen, Akteure und Dynamiken von Konflikten.

Kumulativer Effekt – Kombinierte Wirkung auf die Umwelt, die durch eine vorgesehene Entwicklung in Verbindung mit anderen ehemaligen, momentanen und angemessen vorhersehbaren Entwicklungen und andere menschliche Aktivitäten verursacht wird.

Manuelle Fledermausdetektoren – Ein System zur Erfassung von Fledermaussechoortungsrufen, ermöglicht einem Bediener Fledermäuse im Feld zu „hören“, aufzuzeichnen oder zu identifizieren.

Offshore-Windkraftanlagen – Windkraftanlagen im Meer oder in anderen großen Gewässern.

Repowering – Erhöhung der Erzeugungskapazität von einer Windkraftanlage vor Ort durch den Einbau effizienter Generatoren oder Rotoren an bestehenden Anlagen oder Ersatz bestehender Anlagen durch neuere effizientere WEA. Da die Technologie sich verbessert hat, gibt es einen allgemeinen Trend, ältere kleinere Anlagen durch weniger, aber effizientere größere WEA zu ersetzen. In Deutschland bezieht sich der Begriff „Repowering“ nur auf Ersatz von kleineren WEA durch eine geringere Zahl von neueren, verbesserten, jedoch ohne Erhöhung der Erzeugungsgesamtkapazität.

Schwärmen – „Herbst-Schwärmen“ von einigen Arten von Glattnasen (besonders *Myotis*, *Plecotus*, *Eptesicus* spp. und *B. barbastellus*) tritt vom Spätsommer bis Herbst auf. *Pl. auritus* führt ferner ein „Frühlings-Schwärmen“ aus. Fledermäuse können viele Kilometer zu unterirdischen Schwarm-

quartieren fliegen, mehrere Stunden nach Einbruch der Dunkelheit dort ankommen, und in und rund um das Quartier fliegen und noch vor der Dämmerung abfliegen. Einige Schwarmquartiere können auch als Winterquartier später im Jahr genutzt werden. Schwärmen („Dämmerungs-Schwärmen“) bezieht sich auch auf die kreisenden Flugmuster einiger Fledermausarten, die vor dem Eingang eines Quartiers (vor allem Wochenstuben) auftreten, bevor die Fledermäuse in der Morgendämmerung hinein fliegen.

Scoping – Der frühe und sehr wichtige Schritt in einer Umweltverträglichkeitsprüfung, der in der Regel dem Screening folgt - der Prozess der Festlegung des Inhalts und der Umfang der Fragen, die in den Umweltinformationen erfasst werden sollen, die einer zuständigen Behörde vorgelegt werden, für Projekte oder Pläne, die einer UVP oder SUP unterliegen (in der Regel wird ein Scoping durchführt, um zumindest folgendes festzulegen: wichtige Themen einer Verträglichkeitsprüfung, die entsprechenden Raum- und Zeitgrenzen der Studie, für die Entscheidungsfindung notwendige Informationen, erhebliche Auswirkungen und Faktoren, die im Detail untersucht werden sollen und, manchmal auch denkbar, Alternativen zu den vorgeschlagenen Projekten oder Plänen, die überprüft werden sollten).

Screening – Der Prozess der Bestimmung, ob eine UVP erforderlich ist (in der Regel basiert dies auf Landes- und/oder EU-Recht) - im Falle von Windkraftanlagen ist Absatz 5 der EUROBATS Resolution 7.5 zu berücksichtigen, der die Vertragsstaaten des Übereinkommens auffordert, die Aus-

wirkungen der geplanten Windkraftanlagen auf Fledermäuse zu untersuchen.

Strategische Umweltverträglichkeitsprüfung (SUP) – Verfahren zur Integration von Umweltabwägungen bei der Ausarbeitung und der Annahme von Plänen und Programmen im Hinblick darauf, eine nachhaltige Entwicklung zu fördern (siehe beispielsweise die Richtlinie 2001/42/EC).

Transferflug – Flug einer Fledermaus zwischen einem Quartier und einem Nahrungsgebiet oder zwischen zwei Nahrungsgebieten oder zwei Quartieren.

Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) – Ein nationales Verfahren für die Bewertung der voraussichtlichen Umweltauswirkungen von öffentlichen und privaten Projekten, die erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt haben können (siehe beispielsweise die Richtlinie 85/337/EEC).

Unterstützende Infrastruktur für den Windpark – Umfasst Zufahrten, Umspannwerke und Netzanschlusskabel, die über- oder unterirdisch sein können und sogar eigene meteorologische Masten in großen Windparks beinhalten können, um eine genaue Überprüfung der Leistung zu ermöglichen.

Vermeidung – Maßnahmen, die ergriffen werden, um negative Umweltauswirkungen wie Lebensraumverlust, Tiersterblichkeit oder Verletzungen zu vermeiden.

Verminderung – Maßnahmen, die ergriffen werden, um jegliche negative Auswirkungen auf die Umwelt, wie Verlust von Lebensräumen, Tier-Todesfälle oder Verletzungen, zu mildern, zu reduzieren oder zu minimieren in den Fällen, in denen es nicht möglich ist, solche Auswirkungen zu vermeiden.

Vorsorgeprinzip – Wenn die Gefahr schwerwiegender oder bleibender Schäden besteht, sollte ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit nicht als Grund zur Verschiebung kostenwirksamer Maßnahmen zur Vermeidung von Umweltverschlechterungen verwendet werden (Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung 1992 der Vereinten Nationen).

Wanderung – Regelmäßige, in der Regel saisonale, Bewegung einer ganzen Tierpopulation oder Teilen davon in und aus einem bestimmten Gebiet.

Windkraftanlagen an Land – Windkraftanlagen, die sich im Binnenland befinden.

Dank

Wir bedanken uns bei Eeva-Maria Kyheröinen, Joana Bernardino, Katherine Walsh, Michel Perret, Paul Racey, Primož Presetnik, Rita Bastos und Robert Raynor für ihre sehr hilfreichen Anmerkungen und Beiträge zu diesem Dokument.

Wir danken Jean Matthews (Natural Resources Wales, Vereinigtes Königreich) für ihre großzügige Hilfe bei der Überprüfung des Textes und Suren Gazaryan (EUROBATS Sekretariat) für seine Unterstützung in der Endphase der Vorbereitung des Leitfadens.

Anhang 1: Studien aus Europa (Aktualisierung von Tabelle 1 der EUROBATS Publication Series No. 3)

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Albouy (2010) , Roquetaillade, Aude, Frankreich	15. Mai - 30. September 2009	Offene Landschaft (Weideland mit Sträuchern und vereinzelte Bäumen, einige Getreidefelder)	8 WEA x 660 kW Mast 47 m; Rotor ø 47 m. 20 WEA x 850 kW Mast?; Rotor ø 52 m
Albrecht & Grünfelder (2011) , Landkreis Neustadt an der Waldnaab in Bayern, Deutschland	16./17. Juli 2009; 19./20. August 2009	Ca. 630 m, landwirtschaftliche Nutzfläche, in der Nähe eines Mischwaldes	keine Daten
ALEPE (2012) , Chastel-Nouvel, Rieutort de Randon et Servières (Lozère 48), Frankreich	24. April - 20. Oktober 2008; 25. August - 07. Oktober 2009; 26. Juli - 22. September 2010	Koniferen-Anpflanzungen, Weißkiefer und Birken, dazwischen Weideland	7 WEA x 2000 kW Mast 80 m; Rotor ø 82 m
Allouche (2011) , Mas de Leuze, Frankreich	12. Juli - 01. Oktober 2011	Grünland, Sträucher, 30 % Getreide	9 WEA x 800 kW; Mast 50 m
Alves et al. (2006a) , Chão Falcão I, Portugal	März - November 2005	Sträucher, Eukalyptus	15 WEA
Alves et al. (2006b) , Candeeiros I, Portugal	März - November 2005	Sträucher, Eukalyptus, Kiefer	26 WEA
Alves et al. (2007a) , Freita I e II, Portugal	August - Oktober 2006	Sträucher, Kiefer	16 WEA
Alves et al. (2007b) , Candal/Coelheira, Portugal	März - Oktober 2006	Sträucher, Bereiche mit geringer Dichte von Kiefer	20 WEA
Alves et al. (2007b) , S. Pedro, Portugal	März - Oktober 2006	Sträucher	5 WEA
Alves et al. (2009a) , Pinhal Interior (Furnas), Portugal	März - Oktober 2006 - 2007	Sträucher	6 WEA
wie oben	März - Oktober 2006 - 2007	Sträucher	18 WEA
wie oben	März - Oktober 2006 - 2007	Sträucher	6 WEA
Alves et al. (2009b) , Gardunha, Portugal	August - Oktober 2007	Sträucher, Kiefer	16 WEA im August, 17 im September, 26 im Oktober
Alves et al. (2010) , Pinhal Interior (Proença I e II), Portugal	März - Oktober 2007	Sträucher, Kiefer	21 WEA

Methoden	Ergebnisse
AU: Analyse von 148 Stunden Aufnahmen MM: Keine Daten	AU: 108 Pkuh/Pnat, 157 Ppip, 147 Tten, 36 Hsav, 4 Pspp. MM: 17 Hsav, 6 Ppyg, 5 Ppip, 1 Pspp., 1 U/i
AU: Batcorder registriert synchrone Fledermausrufe in drei verschiedenen Höhen (Heliumballon auf der Höhe der voraussichtlichen Rotorblätter und bei 20 m, 2 m hoch auf einer Stange)	Rufe von Enil, Ppip, Pnat, Ppyg und Mmys/Mbra. Möglicherweise auch Vmur
MM: 2008: 22 Kontrollen (1/8, 18 Tage), 2009: 22 Kontrollen (1/2 Tage), 2010: 27 Kontrollen (1/2, 19 Tage) SAR 60 m, SET	2008: 6 Kadaver (5 Ppip, 1 Nlei) 2009: 20 Fledermäuse (9 Ppip, 4 Nlei, 1 Hsav, 6 unbestimmt). 2010: keine toten Fledermäuse gefunden MR: keine Korrektur für die Oberfläche, da sich alle Schlagopfer innerhalb von 15 m vom Mast befanden. MR: 5 Abschätzungen getestet. Die Husos-Formel scheint die genaueste zu sein, 2008: 5,9-6,4/WEA/7,9 Wochen. 2009: 14/WEA/5,4 Wochen. 2010: 0/WEA/8,3 Wochen
MM: Kontrolle alle 3 Tage unter 8 WEA. Zugang zu einer weiteren unmöglich. SAR 40m, SET. Keine Oberflächenkorrektur, da 100 % bis auf eine mit 95 %. 8 geregelte WEA (4 gleichzeitig mit 4 Steuer-WEA) mit Chirotech System (7 Wochen Regulierung, 7 Perioden)	54 tote Fledermäuse (nur 51 während des Untersuchungszeitraums). Für den betrachteten Zeitraum beträgt die geschätzte Zahl der getöteten Fledermäuse pro WEA 82,15 (Erikson-Formel), d.h. in 2011 4,5 weniger als im Jahr 2009, aber Zahl der wiedergefundenen/WEA nur 1,4 weniger in 2011. Berechneter Produktionsausfall <0,15 % (Biotope)
MM: Untersuchungen zweimal pro Monat; SAR 46 m; SET (Frühling, Sommer, Herbst).	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	1 tote Fledermaus (Msch); MR 0,65/WEA/Jahr (Zeitraum von 9 Monaten)
Wöchentliche Untersuchungen; SAR 50 m; SET (Frühling)	4 tote Fledermäuse: 2 Ppip, 1 Ppip/Ppyg, 1 Tten; MR 0,4/WEA/Jahr (Zeitraum von 3 Monaten)
Wöchentliche Untersuchungen; SAR 50 m; SET (Herbst)	29 tote Fledermäuse: 13 Ppip, 4 Hsav, 9 Nlei, 1 Nsp., 1 Tten, 1 unbestimmt. MR 6/WEA/Jahr (Zeitraum von 8 Monaten)
wie oben	15 tote Fledermäuse: 4 Ppip, 2 Pspp., 5 Nlei, 4 unbestimmt. MR 12/WEA/Jahr (Zeitraum von 8 Monaten)
Wöchentliche Untersuchungen; SAR 46 m; SET (Frühling, Sommer, Herbst)	2006: Keine toten Fledermäuse gefunden 2007: 1 Hsav; MR 1,41/WEA/Jahr (Zeitraum von 8 Monaten)
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	2006: 1 Pkuh; MR 1,41/WEA/Jahr (Zeitraum von 8 Monaten) 2007: keine toten Fledermäuse
wie oben	5 tote Fledermäuse: 3 Ppip/Ppyg, 1 Pkuh, 1 Hsav; MR 3,8/WEA/Jahr (Zeitraum von 3 Monaten)
wie oben	2 tote Fledermäuse (Ppip + Nlei), MR 0,8/Jahr (Zeitraum von 8 Monaten)

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Aminoff et al. (2014) , Finnland	Mai - Oktober 2014	Kies, Sträucher, dichtes Gebüsch.	15 WEA
Amorim (2009) , Candal Coelheira, Portugal	2007	Höhenrücken NW-SE, Höhenstufe 1000-1200m; vollständig integriert in ein wichtiges Schutzgebiet zur Erhaltung der Biodiversität; niedriges Gebüsch, Gestrüpp und Felsaufschlüsse	20 WEA
Amorim et al. (2012) , Freita und Arada Hills, NW Portugal	März - Oktober 2007 (mit Ausnahme von Juli)	WF entlang zweier paralleler Höhenrücken, 1400m voneinander entfernt, auf 1050-1150 m ü. NN. Niedriges und spärliches Gebüsch, vereinzelte Felsbereiche. Drei Gewässer und zwei aufgelassene Bergwerkskomplexe befinden sich 190-3300 m von der WF entfernt. Die Bergwerke sind als Fledermausquartiere von nationaler Bedeutung klassifiziert, da dort große Kolonien mit 5 Fledermausarten überwintern.	20 WEA in zwei WF (10 in WF I und 10 in WF II), 2 Modelle, Mast 68 m, Rotoren mit 32.8 m Länge
Aves environnement & GCP (2009) , St-Martin-de-Crau, Frankreich	15. März - 30. September 2009	Grünland, Sträucher und 30 % Getreidefelder	9 WEA
Bach & Bach (2008) , Deutschland	15. Juli - 15. Oktober 2008	Nordseeküste	ENERCON E-33, 3 WEA
Bach & Bach (2010) , Deutschland	15. Juli - 15. Oktober 2009	Nordseeküste	ENERCON E-33, 7 WEA
Bach & Bach (2012) , Ellenserdammsiel in der Nähe von Varel, Deutschland	01. Juli - 15. Oktober 2012	Grünland, Rinder- und Pferdeweide	5 WEA, 3 Nordex, Mast 90 m, Rotor ø 90 m

Methoden	Ergebnisse
MM: Untersuchung alle 3 Wochen, in der herbstlichen Wanderzeit an zwei aufeinander folgenden Tagen. SAR 50 m oder 30 m (für kleine WEA), in Sektoren unterteilt. SET, um Lebensräume zu kategorisieren	2 tote Fledermäuse (Enil), MR nicht errechnet.
MM: SAR 60 m. Kontrolle an 7 von 7 Tagen, an allen WEA, SET; Schlagopfersuche und Raumnutzung von Fledermäusen	48 Kadaver (14 Nlei; 24 Ppip; 10 andere). MR 9,55/WEA (die meisten zum Ende des Sommers). Verhältnis zwischen Raumnutzung und Mortalität
MM: Kadaversuche bei WF I und WF II wöchentlich an zwei aufeinander folgenden Tagen morgens, gefolgt von akustischer Fledermaussuche an allen 20 WEA mit einem 50 m SAR. Die Bearbeiter folgten Zufalls-Transekten und gingen mit geringer Geschwindigkeit 30 Minuten (oder 15 min bei 2 Bearbeitern). Innerhalb jedes Untersuchungsgebietes wurden 3 Sichtbarkeits-Klassen (hoch, mittel und niedrig) und unkontrollierte Bereiche nach dem Protokoll von Arnett et al. (2005) kartiert (GIS). Alle gefundenen Kadaver wurden gesammelt und eingefroren, um eine weitere Identifizierung zu ermöglichen. Die Fundstelle der Kadaver wurde mittels GPS, einem 50-m-Band und eines Militärkompasses bestimmt, die Sichtbarkeits-Klasse wurde registriert. AU: wöchentlich, beginnend 45 Minuten nach Sonnenuntergang für die folgenden 3 Stunden (10-min-Untersuchung für jeden Probenpunkt). 20 akustische Untersuchungspunkte wurden definiert (einer pro WEA, jeweils in einer Entfernung von 25 m von der WEA bei einem randomisierten Azimut). WF I und WF II wurden an zwei aufeinanderfolgenden Tagen untersucht, mit zufälliger Reihenfolge der besuchten Untersuchungsstellen. Um die Fledermausaktivität festzustellen, wurde die Anzahl der während der Untersuchungszeit durchfliegenden Fledermäuse gezählt. Fledermaus-Aktivität wurde mit einem FD (D240X, Pettersson Elektronik) aufgezeichnet, der an ein digitales Aufzeichnungsgerät angeschlossen war. Die Untersuchung wurde nur auf Bodenniveau durchgeführt. Die Untersuchung wurde nur in Nächten ohne Regen, Nebel oder starken Wind (mehr als 3,5 m/s am Boden) durchgeführt. Die Fledermausrufe wurden unter Verwendung von Rufanalyse-Software analysiert.	MM: 48 tote Fledermäuse (573 Suchen nach Kadavern; das bedeutet eine Mortalitäts-Quote von $0,08 \pm 0,18$ Kadaver/Probe). 2 Hsav, 14 Nlei, 25 Ppip, 4 Pssp., 4 unbestimmt. AU: 838 Fledermaus-Überflüge aufgenommen - durchschnittliche Fledermausaktivität $5,90 \pm 11,3$ Fledermaus-Durchflüge/Untersuchung. 422 fliegende Fledermäuse wurden identifiziert: 12% Nlei, 58% Pssp. Nachgewiesene Arten: Eser, Hsav, Mbly, Mmyo, Nsp., Nleii, Pkuh, Ppip, Psp., Plsp., Tten
MM: Untersuchungen alle 3 Tage (15.03.-15.05. und 16.08.-30.09.) und einmal wöchentlich (16.05.-15.08.). Tests zur Prädation (4) und Detektierbarkeit (4) und Korrekturfaktor für die nicht untersuchten Flächen (Anbauprodukte).	100 tote Fledermäuse (90 % Pssp. and 1 Tten, 1 Mema, die übrigen unbestimmt)
MM: Untersuchungen alle 3 Tage; Untersuchungsgebiet: 40 m um die WEA herum; SET.	MR: 3,1/Jahr
wie oben	MR: 1,6/Jahr
MM: 36 Tage Untersuchung, alle 3 Tage (morgens, 45 min pro WEA) unter 5 WEA. SAR 50 m (mit Ausnahme der Gebiete mit dichter Vegetation); SET. AU bei 3 WEA mit Anabat-SD1 pro WEA (auf Rotorhöhe), 108 Nächte.	5 tote Fledermäuse (4 Pnat, 1 Nnoc) gefunden. MR: vermutlich $3,2/WEA/Untersuchungsperiode$. AU: Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Bach & Bach (2013a) , Wiesmoor, Deutschland	30. April - 31. Oktober 2012 (169 Nächte)	landwirtschaftliche Nutzfläche	5 WEA, 3 Nordex, Mast 90 m, Rotor \varnothing 90 m
Bach & Bach (2013b) , Friesland, Deutschland	29. Juni - 15. Oktober 2012; 30. Juni - 15. Oktober 2013 (215 Nächte)	landwirtschaftliche Nutzfläche, Weiden	5 WEA, Nordex, Mast 90 m, Rotor \varnothing 90 m
Bach & Bach (2013c) , Friesland II, Deutschland	01. März - 15. Mai 2013; 2 WEA: 11. Juli - 15. Oktober 2013; 2 WEA: 01. August - 15. Oktober 2013	landwirtschaftliche Nutzfläche, Weiden	4 WEA, REPower; Mast 98 m; Rotor \varnothing 104 m
Bach & Bach (2013d) , Wiesmoor, Deutschland	24. Mai - 31. Oktober 2012 (165 Nächte)	landwirtschaftliche Nutzfläche	6 WEA, ENERCON E 82, Mast 102 m, Rotor \varnothing 82 m.
Bach et al. (2011a) , Wiesmoor, Deutschland	24. Mai - 31. Oktober 2011 (165 Nächte)	landwirtschaftliche Nutzfläche	6 WEA, ENERCON E 82, Mast 102 m, Rotor \varnothing 82 m.
Bach et al. (2011b) , Timmeler Kampen in der Nähe von Bagband, Deutschland	29. März - 01. Oktober 2011	landwirtschaftliche Nutzfläche mit wenigen Hecken und Bäumen	18 WEA, 3 ENERCON E 82, Mast 108 m, Rotor \varnothing 82 m und 15 E66, Mast 98 m
Bach et al. (2014) , Walsrode, Deutschland	15. Juli - 15. Oktober 2013 (91 Nächte)	landwirtschaftliche Nutzfläche	12 WEA, Nordex N-100, Mast 100 m, Rotor \varnothing 100 m
Bach & Niermann (2010a) , Deutschland	April - November 2009	Abwechslungsreiche Landschaft mit landwirtschaftlicher Nutzfläche und Wald	Vestas V 100, 6 WEA
Bach & Niermann (2010b) , Langwedel, Deutschland	01. April - 31. November 2009; 01. April - 30. November 2010	landwirtschaftliche Nutzfläche und Mischwald	5 WEA (Vestas V90 Mast 125 m; Rotor \varnothing 90 m
Bach & Tillmann (2012) , Belum, Cuxhaven, Deutschland	April - Oktober 2012	Durchschnittliche Höhe 3 m, Grünland	2 WEA (2MW), (AN BONUS Mast 69 m; Rotor \varnothing 76 m)
Barreiro et al. (2007) , Candeeiros I, Portugal	März - Oktober 2006	Gebüsche, Eukalyptus, Kiefer	26 WEA
Barreiro et al. (2007) , Candeeiros II, Portugal	September - Oktober 2006	Gebüsche, Eukalyptus, Kiefer	11 WEA
Barreiro et al. (2009) , Mosqueiros I, Portugal	Mai - Oktober 2008	Gebüsche	4 WEA
Beucher et al. (2013) , Castelnau-Pegayrols, Aveyron, Frankreich	2009 - 2012	Höhenrücken mit Wald und Weideand; auf einer Höhe von 1075-1090 m NN.	13 WEA, Enercon E70 (von 2.3 MW), Mast 65 m, Rotor \varnothing 71 m

Methoden	Ergebnisse
MM: wie oben. AU mit zwei AnaBat-SD2 pro WEA (bei 4 m und auf Rotorhöhe)	Keine toten Fledermäuse gefunden. AU: Rufe von Nnoc, Nlei, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Mdas, Plspp.
MM: wie oben. AU um zwei WEA herum mit Avisoft Recorder System	13 tote Fledermäuse (10 Pnat; 3 Nnoc). MR: vermutlich 4,2/WEA/Jahr. AU: Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg
MM: wie oben, unter 4 WEA. Untersuchungsgebiet von 50 m Radius um die WEA (mit Ausnahme der Bereiche mit dichter Vegetation) SET. AU bei 4 WEA mit Anabat SD1	8 tote Fledermäuse (6 Pnat; 2 Nnoc) gefunden. MR: vermutlich 3,6/WEA/Jahr. AU: Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg
MM: wie oben, unter 6 WEA. AU mit zwei AnaBat-SD2 pro WEA (4 m und Rotorhöhe)	3 tote Fledermäuse (3 Pnat) gefunden. MR: vermutlich 2,7/WEA/Jahr. AU: Nnoc, Nlei, Vmur, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Plspp.
wie oben	3 tote Fledermäuse (1 Pnat, 2 Eser) gefunden. MR: vermutlich 2/WEA/Jahr. AU: Nnoc, Nlei, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Plspp.
MM: 26 Tage Schlagopfer-Kontrolle, alle 3 Tage (morgens, 20 min pro WEA) unter 18 WEA. SAR 50 m (mit Ausnahme der Gebiete mit dichter Vegetation); SET. AU: 217 Nächte bei drei WEA mit zwei Anabat-SD1 pro WEA (auf 4 m und auf Rotorhöhe).	2 tote Fledermäuse (Mdas, Nnoc). MR: vermutlich 0,4/WEA/Untersuchungszeitraum. AU: Rufe von Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Mssp.
MM: alle 3 Tage unter 7 WEA. SAR 50 m (mit Ausnahme der Bereiche mit dichter Vegetation). SET. AU an zwei WEA mit Avisoft Recorder-System	21 tote Fledermäuse (12 Pnat, 3 Ppip, 1 Ppyg, 5 Nnoc). AU: Nnoc, Nlei, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Plspp.
MM: Suche alle 2 Tage in der Frühlings- und der Herbst-Migrationsperiode; in der Sommerperiode alle 3 Tage gesucht; SAR 50 m; SET.	MR 4/Jahr
MM: Untersuchungen alle 2 bzw 3 Tage unter 5 WEA. SAR 50 m (außer für Gebiete mit dichter Vegetation); SET. AU mit einem AnaBat SD1 pro WEA (auf Rotorhöhe).	11 tote Fledermäuse (7 Nnoc, 3 Pnat, 1 Nlei) gefunden. MR: vermutlich 2 resp. 4/WEA/Jahr. AU: Nnoc, Nlei, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg
MM: wie oben, unter 2 WEA. AU: wie oben	12 tote Fledermäuse (1 Psp., 8 Pnat, 1 Ppip, 1 Nlei, 1 Nnoc); MR: 8,5/WEA/6 Monat oder 4,2/MW/6 Monat
MM: Wöchentliche Untersuchungen; SAR 46 m; SET (Frühling, Sommer, Herbst).	3 tote Fledermäuse (Psp., Nlei, 1 unbestimmt); MR 0,5/WEA/Jahr (Zeitraum von 8 Monaten)
wie oben	keine toten Fledermäuse
MM: Wöchentliche Untersuchungen; SAR 50 m; SET (Herbst).	2 tote Fledermäuse (Ppip + Tten), MR 3,6/Jahr (Zeitraum von 6 Monaten)
MM 2009 (35 Besuche): in der letzten Maiwoche einmal pro Woche, die erste Woche im Juni und die letzten 2 Wochen im September; 2 Untersuchungen pro Woche von 05.06. bis 20.09.; MM 2010 (40 Besuche): einmal pro Woche im Mai und die letzte Woche im September; zweimal in der Woche vom 31.05. bis 24.09.; MM 2011 (36 Besuche): von 18.05. bis 30.09.: einmal pro Woche im Mai, zwei Mal pro Woche im Juni, Juli, August und September. MM 2012: jeden Tag unter 2 WEA, Juli-Oktober (EXAM). SET (3 Jahre). AU auf Gondelhöhe: 2009-2011	2009: 98 Kadaver: 2 Hsav, 15 Pkuh, 57 Ppip, 9 Psp., 1 Vmur, 7 Nlei, 2 Nlas, 4 Ppyg. 2010: Abschaltung bei 6,5 m/s und Ausschalten der Sicherheitslichter: 2 Schlagopfer (Ppip). 2011: Abschaltung bei 5,5 m/s und Ausschalten der Sicherheitslichter: 3 Schlagopfer (2 Ppip, 1 Pkuh). 2012: Abschaltung bei 2 WEA und unterschiedliche FD in den Gondeln; 4 Schlagopfer (Ppip) unter diesen WEA.



Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Beucher & Lecoq (2009) , Frankreich	15. Juni - 15. Oktober 2008	Ebene mit Ackerland, intensiv genutztes Grünland und einige Hecken	6 WEA VESTAS V90
BFL (2011a) , Ober-Flörsheim (Landkreis Alzey-Worms), Deutschland		Offene landwirtschaftliche Nutzfläche, geringe Höhe ü. NN	4 WEA: GE; NEC-Micon; Enercon. (Masten: 68 m; 68 m; 80 m Rotor ø: 38 m; 38 m; 70 m)
BFL (2011b) , Naurath (Landkreis Trier-Saarburg), Deutschland		Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Enercon E 70 (Mast: 85 m, Rotor ø: 70 m)
BFL (2011c) , Lingerhahn (Rhein-Hunsrück-Kreis), Deutschland		Wald im Mittelgebirge	2 WEA: REpower MM92 (Mast: 100 m, Rotor ø: 92.5 m)
BFL (2011d) , Uhler (Rhein-Hunsrück-Kreis), Deutschland		Wald im Mittelgebirge	2 WEA: Vestas V90 (Mast: 105 m, Rotor ø: 90 m)
BFL (2011e) , Wörrstadt-Ost (Landkreis Alzey-Worms), Deutschland		Offene landwirtschaftliche Nutzfläche auf geringer Höhe ü. NN	2 WEA: Enercon E 82 (Mast: 135 m, Rotor ø: 82 m)
BFL (2012a) , Beltheim (Landkreis Rhein-Hunsrück), Deutschland		Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Enercon E 82 (Mast: 138 m, Rotor ø: 82 m)
BFL (2012b) , Elmersberg (Landkreis Neunkirchen), Deutschland		Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Enercon E53 (Mast: 73 m, Rotor ø: 53 m)
BFL (2012c) , Mainstockheim (Landkreis Kitzingen), Deutschland	2011	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche auf geringer Höhe ü. NN	1 WEA: Vestas V90 (Mast: 105 m, Rotor ø: 90 m)
BFL (2012d) , Reppendorf (Landkreis Kitzingen), Deutschland	2009 - 2011	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche auf geringer Höhe ü. NN	1 WEA: Vestas V90 (Mast: 105 m, Rotor ø: 90 m)
BFL (2013a) , Naurath (Landkreis Trier-Saarburg), Deutschland		Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Enercon E 70 (Mast: 85 m, Rotor ø: 70 m)
BFL (2013b) , Bedesbach/Welchweiler (Landkreis Kusel), Deutschland		Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Vestas V90 (Mast: 80 m, Rotor ø: 90 m)
BFL (2013c) , Kleeberg (Landkreis Neunkirchen), Deutschland	2012	Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Enercon E53 (Mast: 73 m, Rotor ø: 53 m)
BFL (2013d) , Beltheim (Landkreis Rhein-Hunsrück), Deutschland	2011 - 2012	Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Enercon E 82 (Mast: 138 m, Rotor ø: 82 m)
BFL (2013e) , Gabsheim (Landkreis Alzey-Worms), Deutschland	2012	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche, geringe Höhe ü. NN	2 WEA: Enercon E 101 (Mast: 138,5 m, Rotor ø: 101 m)

Methoden	Ergebnisse
MM: Kadaver-Suche um die WEA herum (100 m x 100 m), zweimal pro Woche mit SET	10 tote Fledermäuse (7 Ppip, 1 Pkuh, 1 Ppip/Ppyg, 1 unbestimmt): 1 im Juni, 3 Ende Juli, 5 im August, 1 Mitte Oktober
MM: SAR 50 m, täglich - über einen Zeitraum von zehn Tagen pro Monat mit SET: Korrektur des abgesuchten Bereichs alle 2 Monate. AU mit Batcorder.	2 tote Fledermäuse: 1 Nlei, 1 Ppip
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: SAR 50 m, , Täglich - über einen Zeitraum von zehn Tagen pro Monat mit SET: Korrektur des abgesuchten Bereichs alle 2 Monate. AU mit Batcorder.	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: SAR 50 m, , Täglich - über einen Zeitraum von zehn Tagen pro Monat mit SET: Korrektur des abgesuchten Bereichs alle 2 Monate. AU mit Batcorder.	2 tote Fledermäuse: 1 Ppip, 1 Nlei
wie oben	1 tote Fledermaus: Nlei
AU mit Batcorder. Kein MM.	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: SAR 50 m, Täglich - über einen Zeitraum von zehn Tagen pro Monat mit SET: Korrektur des abgesuchten Bereichs alle 2 Monate. AU mit Batcorder.	Keine toten Fledermäuse gefunden
AU mit Batcorder. Kein MM.	Keine toten Fledermäuse gefunden
AU mit Batcorder. Kein MM.	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: SAR 50 m, Täglich - über einen Zeitraum von zehn Tagen pro Monat mit SET: Korrektur des abgesuchten Bereichs alle 2 Monate. AU mit Batcorder.	1 tote Fledermaus: Nlei
wie oben	2 tote Fledermäuse: 1 Ppip, 1 Pnat

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
BFL (2013f) , Heimersheim (Landkreis Alzey-Worms), Deutschland	2012 - 2013	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche, geringe Höhe ü. NN	3 WEA: REpower 3.4M104 (Mast: 128 m, Rotor ø: 104 m)
BFL (2013g) , Lingerhahn (Rhein-Hunsrück-Kreis), Deutschland	2011 - 2012	Wald im Mittelgebirge	2 WEA: REpower MM92 (Mast: 100 m, Rotor ø: 92,5 m)
BFL (2013h) , Mainstockheim (Anlage A3) (Landkreis Kitzingen), Deutschland	2012	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche, geringe Höhe ü. NN	1 WEA: Vestas V112 (Mast: 140 m, Rotor ø: 112 m)
BFL (2013i) , Neuerkirch (Landkreis Rhein-Hunsrück), Deutschland	2012 - 2013	Wald im Mittelgebirge	3 WEA: Enercon E 82 (Mast: 138 m, Rotor ø: 82 m)
BFL (2013j) , Schornheim (Landkreis Alzey-Worms), Deutschland	2012	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche, geringe Höhe ü. NN	2 WEA: Kenarsys K 100 (Mast: 135 m, Rotor ø: 100 m)
BFL (2013k) , Unzenberg (Landkreis Rhein-Hunsrück), Deutschland	2012	Wald im Mittelgebirge	3 WEA: 2 Vestas V112, 1 REpower 3.4 (Masten: 142 m, Rotor ø: 128 m)
BFL (2013l) , Waldalgesheim (Landkreis Mainz-Bingen), Deutschland	2011 - 2013	Wald im Mittelgebirge	3 WEA: 2 Enercon E 82 (Mast: 138 m, Rotor ø: 82 m), 1 Enercon E 101 (Mast: 138 m, Rotor ø: 101 m)
BFL (2013m) , Worms (Landkreis Alzey-Worms), Deutschland	2012	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche, geringe Höhe ü. NN	1 WEA: Vestas V112 (Mast: 140 m, Rotor ø: 112 m)
BFL (2013n) , Wörrstadt-Ost (Landkreis Alzey-Worms), Deutschland	2011 - 2012	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche, geringe Höhe ü. NN	2 WEA: Enercon E 82 (Mast: 135 m, Rotor ø: 82 m)
BFL (2014a) , Kirchberg (Rhein-Hunsrück-Kreis), Deutschland	2012 - 2013	Wald im Mittelgebirge	6 WEA: Enercon E 82 (Mast: 135 m, Rotor ø: 82 m)
BFL (2014b) , Gaubickelheim (Landkreis Alzey-Worms), Deutschland	2012 - 2013	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche, geringe Höhe ü. NN	3 WEA: Kenarsys K 100 (Mast: 135 m, Rotor ø: 100 m)
BFL (2014c) , Riegenroth (Rhein-Hunsrück-Kreis), Deutschland	2013	Wald im Mittelgebirge	1 WEA: REpower 3.4M104 (Mast: 128 m, Rotor ø: 104 m)
BFL (2014d) , Hangen-Weisheim (Landkreis Alzey-Worms), Deutschland	2013	Offene landwirtschaftliche Nutzfläche, geringe Höhe ü. NN	2 WEA: REpower 3.4M104 (Mast: 128 m, Rotor ø: 104 m)
BFL (2014e) , Laubach III (Rhein-Hunsrück-Kreis), Deutschland	2013	Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Enercon E 101 (Mast: 135 m, Rotor ø: 101 m)

Methoden	Ergebnisse
wie oben	2 tote Fledermäuse: 2 Nlei
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
AU mit Batcorder. Kein MM.	
MM: SAR 50 m, Täglich - über einen Zeitraum von zehn Tagen pro Monat mit SET: Korrektur des abgesuchten Bereichs alle 2 Monate. AU mit Batcorder.	Keine toten Fledermäuse gefunden. WF arbeitete mit einem Algorithmus (April - Oktober), Nach dem Monitoring wurde dieser Algorithmus bestätigt.
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	5 tote Fledermäuse: 1 Nlei, 4 Ppip
wie oben	1 tote Fledermaus: Pnat
wie oben	2 tote Fledermäuse: 1 Ppip, 1 Nlei
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden. WF arbeitete mit einem Algorithmus (April - Oktober), Nach dem Monitoring wurde dieser Algorithmus bestätigt.
wie oben	3 tote Fledermäuse: 2 Pnat, 1 Nlei
wie oben	2 tote Fledermäuse: 2 Pnat
wie oben	1 tote Fledermaus: 1 Pnat
wie oben	3 tote Fledermäuse: 2 Ppip, 1 Nlei

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
BFL (2014f) , Hochstätten (Landkreis Bad Kreuznach), Deutschland	2012 - 2013	Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Vestas V90 (Mast: 105 m, Rotor ø: 90 m)
BFL (2014g) , Schopfloch (Landkreis Freudenstadt), Deutschland	2012 - 2013	Wald im Mittelgebirge	1 WEA: Enercon E 82 (Mast: 135 m, Rotor ø: 82 m)
Bio3 (2010) , Serra do Mú, Portugal	Januar-Dezember 2009	Durchschnittliche Höhe 530 m ü. NN; Korkeichenwald	14 WEAs (mit 2,0 MW)
Bio3 (2011a) , Cabeço Rainha 2, Portugal	März - Oktober 2009	Durchschnittliche Höhe 1.100 m ü. NN; Sträucher, Kiefernwald	15 WEAs (mit 2,0 MW)
Bio3 (2011b) , Chão Falcão II, Portugal	Mitte Februar-Mitte November 2010	Durchschnittliche Höhe 410 m ü. NN; Sträucher, Felsaufschluss	11 WEAs (mit 2,3 MW)
Bio3 (2011c) , Chão Falcão III, Portugal	April - Oktober 2010	Durchschnittliche Höhe 450 m ü. NN; Sträucher, Eukalyptusanpflanzung	9 WEAs (mit 2,3 MW)
Bio3 (2011d) , Lousã II, Portugal	September 2009 - Oktober 2010	Durchschnittliche Höhe 950 m ü. NN; Gebüsch, Grünland, Kiefernanzpflanzung, Laubwald	20 WEAs (mit 2,5 MW)
Bio3 (2011e) , Serra de Bornes, Portugal	April - Oktober 2010	Durchschnittliche Höhe 1.100 m ü. NN; Sträucher, Felsaufschluss, Hartholzwald	24 WEA (mit 2,5 MW)
Bio3 (2011f) , Serra do Mú, Portugal	Januar - Dezember 2010	Durchschnittliche Höhe 530 m ü. NN; Korkeichenwald	14 WEAs (mit 2,0 MW)
Bio3 (2011g) , Terra Fria - Contim, Portugal	August - November 2010	Durchschnittliche Höhe 1.150 m ü. NN; Sträucher, Grünland, zutage tretender Fels, Wald	5 WEA (mit 2,0 MW)
Bio3 (2011h) , Terra Fria - Facho-Colmeia, Portugal	April - November 2010	Durchschnittliche Höhe 1.200 m ü. NN; Sträucher, Grünland, Wald	18 WEA (mit 2,0 MW)
Bio3 (2011i) , Terra Fria - Montalegre, Portugal	April - November 2010	Durchschnittliche Höhe 1.100 m ü. NN; Sträucher, Grünland, Wald, zutage tretender Fels	25 WEA (mit 2,0 MW)
Bio3 (2012a) , Lousã II, Portugal	April - Oktober 2011	Durchschnittliche Höhe 950 m ü. NN; Sträucher, Grünland, Kiefer-Anpflanzungen, Laubwald	20 WEA (mit 2,5 MW)
Bio3 (2012b) , Chão Falcão II, Portugal	Februar - November 2011	Durchschnittliche Höhe 410 m ü. NN, Sträucher, zutage tretender Fels	11 WEA (mit 2,3 MW)

Methoden	Ergebnisse
wie oben	4 tote Fledermäuse: 3 Ppip, 1 Vmur
wie oben	2 tote Fledermäuse: 2 Ppip
MM: monatliche (Jan-Feb; Nov-Dez) und wöchentliche Untersuchungen (Mär-Okt) um 14 WEA herum. SAR 50 m; SET.	5 tote Fledermäuse (2 Pküh, 2 Nlei, 1 Esp.): 1 im Februar; 1 im Mai; 2 im Juni und 1 im Juli. MR: 0,80/WEA/Jahr
MM: wöchentliche Untersuchungen um alle 15 WEA herum. SAR 50 m; SET.	4 tote Fledermäuse (1 Nlei, 2 Eser, 1 unbestimmt): 3 im August und 1 im September; MR: 0,14/WEA/8 Monate
MM: wie oben, um alle WEA herum	5 tote Fledermäuse (1 Ppip; 2 Pküh; 1 Esp.; 1 unbestimmt): 1 im August, 3 im September and 1 im November; MR: 0,52/WEA/10 Monate
MM: wöchentliche Untersuchungen um alle 9 WEA herum, durchgeführt von Hund und Hundeführer. SAR 50 m; SET.	5 tote Fledermäuse (3 Nlei; 1 Ppyg; 1 unbestimmt): 1 im Juli; 1 im August; 2 im September und 1 im Oktober. MR: 0,64/WEA/7 Monate.
MM: wöchentliche Untersuchungen um alle 20 WEA herum (September-Oktober 2009; April-Oktober 2010). SAR 50 m	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: wöchentliche Untersuchungen um alle WEA herum. SAR 50 m; SET.	4 tote Fledermäuse (1Ppip, 1Pküh, 1Pssp. and 1 Tten): 1 im April, 1 im August, und 2 im September. MR: 0,25/WEA/7 Monate
MM: wöchentliche Untersuchungen um alle WEA herum. SAR 50 m; SET.	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: monatlich (Jan-Feb; Nov-Dez) und wöchentlich (Mär-Okt) um 14 WEA herum; SAR 50 m; SET.	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Wöchentliche um 13 WEA herum. SAR 50 m; SET.	10 tote Fledermäuse (2 Ppip/Ppyg; 4 Ppip; 4Nlei): 2 im Juni; 2 im August; 6 im September. MR: 0,94/WEA/8 Monate
MM: wie oben, um 19 WEA herum.	13 tote Fledermäuse (1 Ppip; 1 Pküh; 4 unbestimmt, 5 Nlei; 1 Hsav; 1 Eser): 1 im April; 1 im Mai; 1 im Juni; 4 im August; 5 im Sept. und 1 im Oktober. MR in 2010: 0,92/MW/8 Monate
MM: wöchentlich um alle 20 WEA herum (September-Oktober 2009; April-Oktober 2010). SAR 50 m. AU: monatlich, von April bis Oktober (10-min-Untersuchung an jedem Probepunkt; n = 16). Fledermaus-Aktivität wurde ebenerdig mit D240X erfasst, Pettersson Elektronik, mit einem Digitalrecorder verbunden. Fledermausrufe wurden unter Verwendung von Rufanalyse-Software analysiert.	AU: 3 Bbar, 2 Hsav, 2 Mesc, 6 Eser/Eisa, 2 Nlei/Eser/Eisa, 2 Nlas/Nnoc, 1 Nlei, 1 Ppip, 27 Ppip, 27 Ppip/Ppyg, 4 Ppyg, 1 Ppyg/Msch. Quartiere: Kein Monitoring. MM: Keine toten Fledermäuse gefunden.
MM: Wöchentlich um alle 11 WEA herum. SAR 50 m; SET. AU: wie oben (n=34).	AU: 2 Eser/Eisa, 56 Nlei/Eser/Eisa, 5 Nssp., 106 Ppip, 43 Ppyg/Msch, 1 Pküh, 57 Pssp., 5 Plaus/Plaur, 6 Rhip, 24 Tten. Quartiere: 20 Fledermäuse (U/i) vermutlich Rfer, Rhip, Rmeh/Rhip, Ppyg/Msch, Ppip/Ppyg und/oder Nlei/Eser/Eisa. MM: Keine toten Fledermäuse gefunden

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Bio3 (2012c) , Chão Falcão III, Portugal	April - Oktober 2011	Durchschnittliche Höhe 450 m ü. NN; Sträucher, Eukalyptus-Anpflanzung	9 WEA (mit 2,3 MW)
Bio3 (2012d) , Nave, Portugal	Januar - Dezember 2011	Durchschnittliche Höhe 1.000 m ü. NN, Sträucher, Felsaufschluss	19 WEA (mit 2,0 MW)
Bio3 (2012e) , Carreço-Outeiro, Portugal	April - Oktober 2011	Durchschnittliche Höhe 430 m ü. NN, Sträucher, Felsaufschluss	6 WEA (mit 2,0 MW)
Bio3 (2012f) , Terra Fria, Portugal	März - Oktober 2011	Contim: Durchschnittliche Höhe: 1.150 m ü. NN; Sträucher, Grünland, anstehender Fels, Wald; Facho-Colmeia: Durchschnittliche Höhe: 1.200 m ü. NN; Sträucher, Grünland, Wald; Montalegre: Durchschnittliche Höhe: 1.100 m ü. NN; Sträucher, Grünland, Wald, anstehender Fels	5 WEA (mit 2,0 MW) - Contim; 18 WEA (mit 2,0 MW) - Facho-Colmeia; 25 WEA (mit 2,0 MW) - Montalegre
Bio3 (2012g) , Cabeço Rainha 2, Portugal	März - Oktober 2010	Durchschnittliche Höhe 1.100 m ü. NN, Sträucher, Kiefernwald	15 WEA (mit 2,0 MW)
Bio3 (2013a) , Bornes, Portugal	April - Oktober 2011	Durchschnittliche Höhe 1.100 m ü. NN, Sträucher, Felsaufschluss, Hartholzwald	24 WEA (mit 2,5 MW)
Bio3 (2013b) , Mosqueiros II, Portugal	Juli 2011 - Juni 2012	Durchschnittliche Höhe 1.080 m ü. NN, Sträucher, Felsaufschluss, Eichenwald	10 WEA (mit 2,0 MW)
Bio3 (2013c) , Lousã II, Portugal	April - Oktober 2012	Durchschnittliche Höhe 950 m ü. NN, Sträucher, Grünland, Kiefer-Anpflanzungen, Laubwald	20 WEA (mit 2,5 MW)
Bio3 (2013d) , Meroicinha II, Portugal	März 2012 - Januar 2013	Durchschnittliche Höhe 1.280 m ü. NN, Sträucher, Grünland, Felsaufschluss	6 WEA

Methoden	Ergebnisse
MM: Wöchentlich um alle 9 WEA herum, von Hund mit Hundeführer durchgeführt. SAR 50 m; SET. AU: wie oben (n=28)	AU: 26 Nlei/Eser/Eisa, 11 Plaus/Paur, 2 Pkuh, 30 Ppip, 8 Ppyg/Msch, 12 Psp., 1 Rmeh/Rhip. Quartiere: 26 Reur/Rmeh, 1 Rhip, 1 Rfer, 1.000 Msch, 40 Mmyo/Mbly, 300 Mmyo, über 20 U/i vermutlich Rhip, Rfer, Rmeh/Rhip, Ppyg/Msch, Nlei/Eser/Eisa. MM: 1 Psp., 1 Ppip/Ppyg, 1 Nlei, 1 Ppip. MR (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011): 1,7/1,0/1,2/WEA in 2011
MM: Wöchentlich um alle 19 WEA herum. SAR 50 m; SET. AU: wie oben (n=20).	AU: 2 Eser/Eisa, 1 Nlei/Eser/Eisa, 1 Plaur/Plaus, 7 Pkuh, 9 Ppip, 4 Ppip/Ppyg, 1 Ppyg, 5 Tten. Quartiere: Kein Quartiermonitoring. MM: 2 Hsav, 3 Pkuh, 2 Ppip, 1 Ppip/Ppyg, 1 Nlei. MR (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011): 0,6/0,3/1,6/WEA in 2011
MM: wöchentlich um alle 6 WEA herum, im Mai, im Juni, im September und im Oktober. SAR 50 m; SET. AU: wie oben	AU: 1 Mmyo/Mbly, 1 Mssp., 25 Ppip, 6 Ppip/Ppyg, 2 Ppyg, 1 Psp. Quartiere: Kein Quartiermonitoring. MM: 1 Ppip, 1 Pkuh. MR (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011): 33,3/8, /6,3/WEA in 2011
MM: wöchentlich um 37 WEA herum (Montalegre - 19; Facho-Colmeia - 13; Contim - 5). SAR 50 m; SET. AU: monatlich, von März bis Oktober (10-min-Untersuchung an jedem Probenpunkt). Fledermausaktivität wurde ebenerdig mit D240X, Pettersson Elektronik, erfasst; dieser war mit einem Digitalrecorder verbunden. Fledermausrufe wurden unter Verwendung von Rufanalyse-Software analysiert.	AU: 6 Bbar, 5 Hsav, 1 Mmyo/Mbly, 3 kleine Mssp., 1 Mssp., 26 Eser/Eisa, 2 Nlei/Eser/Eisa, 12 Nlei, 2 Nsp., 1 Ppip, 59 Ppip, 7 Psp., 1 Plsp., 2 Tten; Quartiere: 90 Psp., 15 kleine Mssp.. MM: Montalegre - 3 Nlei, 1 Ppip, Facho-Colmeia - 2 Ppip; Contim - keine Schlagopfer gefunden. MR (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011): Montalegre - 2/ 2,8/1,4 /WEA in 2011; Facho-Colmeia - 1,6/2,3/1,2/WEA in 2011.
Wöchentliche Untersuchungen um alle 15 WEA herum; SAR 50 m; SET	2 tote Fledermäuse (unbestimmt): 1 im August und 1 im September; MR: 0,21/WEA/8 Monate
MM: wöchentlich um alle 24 WEA herum. SAR 50 m; SET. AU: monatlich, von April bis Oktober (10-min-Untersuchung an jedem Probenpunkt; n = 32). Fledermausaktivität wurde ebenerdig mit D240X, Pettersson Elektronik, erfasst; dieser war mit einem Digitalrecorder verbunden. Fledermausrufe wurden unter Verwendung von Rufanalyse-Software analysiert.	AU: 11 Bbar, 8 Eser/Eisa, 7 Hsav, 9 Mmyo/ Mbly, 2 kleine Mssp., 1 Mssp., 2 Nlei, 1 Nsp., 110 Pkuh, 41 Pkuh/Ppip, 394 Ppip/Ppyg, 62 Ppip/Ppyg/Msch, 10 Ppyg/Msch, 77 Psp., 4 Plsp., 17 Tten. Quartiere: 32 Rspec, 1 Rhip und verschiedene U/i. MM: 1 Ppip, 1 Hsav. MR (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011): 1,18/1,19/0,79/WEA in 2011
MM: Wöchentlich um alle 10 WEA herum. SAR 50 m; SET. AU: wie oben	AU: 2 Mmyo/Mbly, 1 Mesc, 1 Mdau, 27 Ppip, 1 Ppyg, 1 Ppip, 9 Psp., 1 Nlei, 1 Nlei/Eser/Eisa, 1 Nsp., 4 Eser/Eisa, 2 Plaur/Plaus, 5 Tten. Quartiere: 11 Rfer, 17 Rfer/Reur/Rmeh, 4 Rhip. MM: 1 Tten, MR (Huso 2010): 0,34/WEA in 2011
MM: wöchentlich um alle 20 WEA herum (September-Oktober 2009; April-Oktober 2010). SAR 50 m; AU: siehe oben (n = 16). Überwachung der Fledermausquartiere: 1 Quartier wurde gefunden und untersucht	AU: 8 Bbar, 9 Eser/Eisa, 24 Eser/Eisa/Nlei, 1 Mmyo/Mbly, 1 Nlas/Nnoc, 6 Pkuh/Ppip, 26 Ppip/Ppyg, 72 Ppip/Ppyg / Msch, 12 Ppyg/Msch, 25 Pkuh, 32 Ppip, 4 Psp., 2 Plaus/Plaur, 4 Tten, Quartiere: 1 Eser/Eisa/Nlei, 2 Rhip und 1 Ppip/Ppyg/Msch. MM: Keine toten Fledermäuse gefunden.
MM: Wöchentlich um alle 6 WEA herum (März-Oktober 2012) und monatlich im März, Oktober und November 2012. SAR 50 m. AU: wie oben (n=12). Monitoring von Fledermausquartieren: 28 Fledermausquartiere wurden gefunden und die Arten und Gruppen von April bis Juli und im Dezember identifiziert.	AU: 1 Bbar, 1 Eser/Eisa, 8 Eser/Eisa/Nlei, 1 Mmyo/Mbly, 1 Nsp., 1 Ppyg/Msch, 23 Tten. Quartiere: Mmyst (~18); Mdau (~30); Tten (~70); kleine Mssp. (~51); Mdau/Mmys (~4); Mssp. (~6); Rfer (~4); Psp. (mindestens 31). MM: Keine toten Fledermäuse gefunden.

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Bio3 (2013e) , Nave, Portugal	Januar- Dezember 2012	Durchschnittliche Höhe 1.000 m ü. NN, Sträucher, Felsaufschluss	19 WEA (mit 2,0 MW)
Bio3 (2013f) , Chão Falcão III, Portugal	April - November 2012; Januar 2013	Durchschnittliche Höhe 450 m ü. NN, Sträucher, Eukalyptus-Anpflanzung	9 WEA (mit 2,3 MW)
Bio3 (2013g) , Chão Falcão II, Portugal	Februar - Oktober 2012	Durchschnittliche Höhe 410 m ü. NN, Sträucher, anstehender Fels	11 WEA (mit 2,3 MW)
Bio3 (2013h) , Bornes, Portugal	April - Oktober 2012	Durchschnittliche Höhe 1.100 m ü. NN, Sträucher, Felsaufschluss, Hartholzwald	24 WEA (mit 2,5 MW)
BLG (2009) , Nord-schwarzwald, Deutschland		Wald im Mittelgebirge (in größerer Höhe)	14 WEA: 12 Vestas V90, 2 Vestas V80 (Mast 114 m, Rotor ø 90 m; 80 m)
Brinkmann & Bontadina (2006) : Ettenheim Mahlberg, Hochschwarzwald, Holzschlägermatte, und Rohrhardsberg, Freiburg, Deutschland	03. August - 28. Oktober 2004; 02. April - 16. Oktober 2005	einige WEA in Wäldern, einige auf Grünland (Höhe: 470-1.000 m ü. NN)	2004: 16 WEA (+16 WEA sporadisch). 2005: 8 WEA mit den höchsten Kollisionsraten in 2004.
Brinkmann et al. (2011) , Deutschland	Juli - September 2007 und 2008	5 unterschiedliche Habitat-Typen	72 WEA in 36 WF
Cabral et al. (2008a) , Outeiro, Portugal	Frühling 2008	Berg Rücken NO-SW, Höhenstufe 1.186-1.311 m ü. NN; völlig integriert in ein wichtiges Gebiet zum Erhalt der Biodiversität; niedriges Gebüsch	15 WEA
Cabral et al. (2008b) , Outeiro, Portugal	Sommer 2008	wie oben	15 WEA
Cabral et al. (2008c) , Outeiro, Portugal	Herbst 2008	wie oben	15 WEA
Cabral et al. (2008d) , Outeiro, Portugal	Frühling 2008	wie oben	15 WEA

Methoden	Ergebnisse
MM: Wöchentliche Untersuchungen um alle 19 WEA herum. SAR 50 m; SET. AU: wie oben, an 20 Probepunkten	AS: 7 Bbar, 16 Eser/Eisa, 2 Eser/Eisa/Hsav, 2 Nlei/Eser/Eisa, 2 Hsav, 4 small Mssp., 2 Mmyo/Mbly, 8 Pkuh, 3 Pkuh/Ppip, 68 Ppip, 18 Ppip / Ppyg, 10 Ppip / Ppyg/ Msch, 7 Plaur / Plaus, 5 Tten. Shelters: no monitoring. MM: 1 Nlei, MR (Huso 2010 / KORNER-NIEVERGELT et al. 2011): 01/0,1/WT in 2012
MM: wöchentlich um alle 9 WEA herum, durchgeführt von Hund mit Hundeführer. SAR 50 m, SET. AU: wie oben, bei 28 Probstellen. Überwachung von Fledermausquartieren: 11 Fledermausquartiere wurden mittels direkter Beobachtung überwacht (sofern möglich) oder durch Rufanalyse von Fledermäusen beim Ausflug aus Quartieren.	AU: 18 Nlei/Eser/Eisa, 1 Nlasi/Nnoct, 1 Pkuh/Ppip, 13 Ppip/Ppygm, 6 Ppip/Ppig/Msch, 1 Pkuhl, 1 Plaus/Plaur Quartiere: 6 Rhip, Rfer (mehrere Individuen), 2 Rssp., 1 Mmyo/Mbly, 162 Mmyo, 18 Rmeh/Reur, 823 Msch, mehrere Individuen und Gruppen von Rhip, Rfer, Rmeh/Rhip, Ppyg/Msch, Nlei/ Eser/Eisa, Nlas/Nnoc. MM: 2 Nlei, MR (Huso 2010/KORNER-NIEVERGELT et al. 2011): 0,5/0,6/WEA in 2012
MM: wöchentlich um alle 11 WEA herum. SAR 50 m; SET. AU: wie oben, bei 34 Probstellen. Monitoring von Fledermausquartieren: 10 Fledermausquartiere wurden gefunden und in jedem der folgenden Monate überprüft: Juni, Juli, September und Oktober.	AU: 2 Eser/Eisa, 2 kleine Mssp., 73 Nlei/Eser/Eisa, 4 Nssp., 8 Pkuh/Ppip, 76 Ppip/Ppyg, 14 Ppip/Ppyg/Msch, 2 Ppyg/Msch, 1 Ppip, 14 Pssp., 2 Plaus/Plaur, 14 Tten. Quartiere: 8 Rhip, mehr als 10 U/i Individuen, mehrere Individuen und Gruppen von Rhip, Rfer, Rmeh/Rhip, Ppyg/Msch, Nlei/Eser/Eisa, Nlas/Nnoc. MM: Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: wie oben, um alle 24 WEA herum. AU: wie oben, an 32 Probstellen. Monitoring von Fledermausquartieren: Quartiere, die vom vergangenen Jahr bekannt waren, wurden überprüft.	AU: Bbar (27); Eser/Eisa (5); Hsav (4); Memar/Mbec (1), Mesc (2), Mmyo/Mbly (4); 1 Mssp., Nlei/Eser/Eisa (2); Pkuh (53); Ppip (286); 2 Ppyg, Pssp. (165); Plaus/Plaur (7); Rfer (2); Rmeh/Rhip (1); Tten (8). Quartiere: Rhip (2); 83 Fledermauskontakte von Rfer, Reur, Reur/Rmeh, Mmyo, Rhip; Rssp. (1); 3 oder 4 Individuen von Ppip/Ppyg, Rmeh/Rhip, Rfer, Rhip, Reur/Rmeh, 1 Ppip, Hsav (1). MM: Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: SAR 50 m; SET alle 2 Monate. AU mit von Laar Avisoft Real-Time System	18 tote Fledermäuse: 11 Ppip, 4 Pnat, 2 Ppyg, 1 Vmur
MM: alle 5 Tage (30-50 min per WEA). SAR 50 m (mit Ausnahme von Bereichen mit dichter Vegetation); SET.	Mehr tote Fledermäuse an WEAs im Wald als an WEAs im Offenland. Während der Studie wurden 50 tote Fledermäuse gefunden (39 Ppip, 8 Nlei, 2 Vmur, 1 Eser).
MM an 30 WEA, AU auf Rotorhöhe mit Anabat-SD1, Batcorder und Wärmebild. Vorhersage der Fledermausaktivität (durch Windgeschwindigkeit, Zeit und Monat).	Im Untersuchungszeitraum wurden 100 tote Fledermäuse (Pnat, Nnoc, Ppip, Nlei) gefunden, im Durchschnitt 9,5/WEA (min. 0 - max. 57,5). MR 12/WEA/Jahr. Die Fledermausaktivität, die durch AU registriert wurde, entspricht (meistens) der Aktivität, die im Wärmebild gesehen wurde.
Effizienz, Prädation und kontrollierte Oberfläche. MM: SAR 60 m. Wöchentliche Kontrollen an allen Anlagen.	MR 1,86/WEA/Jahr
wie oben	MR 0,32/WEA/Jahr
wie oben	MR 2,28/WEA/Jahr
Effizienz, Prädation und kontrollierte Oberfläche	MR 1,86/WEA/Jahr

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Cabral et al. (2009) , Outeiro, Portugal	Alle Jahreszeiten 2008	wie oben	15 WEA
Camina (2012) , La Rioja, Soria und Aragón, Spanien	2000 - 2010	Ebro Flußtal, Flachland (< 700 m ü. NN): Weingärten, Ackerbau, Obstplantagen und Anpflanzungen von <i>Populus</i> sp.; Sistema-Ibérico-Bergregion (bis 2.262 m ü. NN.): Wald, Weideland, Gebüsch, landwirtschaftliche Nutzfläche und Kiefern-Anpflanzungen	56 WF
Chatton (2011) , St Genou (Indre), Frankreich	3 Monate 2010	Getreidefelder	6 WEA Vestas V80
wie oben	6 Monate 2011	Getreidefelder	6 WEA Vestas V80
Conduché et al. (2012) , Charly s/Marne (02), Frankreich	12 Kontrollen 04. August - 20. Oktober 2011	Ackerbau, nur kleine Gehölze an jedem Ende der WEA Linie.	11 WEA
Cornut & Vincent (2011) , Le Pouzin, Ardèche, Frankreich	05. Mai - 20. Oktober 2010	Fluss, Grünland, Sträucher/ Gehölz, Industriefläche	2 WEA x 2300 kW Mast 85 m; Rotor ø 90 m
Cornut & Vincent (2011) , La Répara-Auriples, Drôme, Frankreich	05. Mai - 20. Oktober 2010	Mischwald, Ackerbau	2 WEA x 2300 kW Mast 60 m; Rotor ø 71 m
CSD Ingenieurs Conseils (2013) , Süd-Belgien	April - Oktober 2013	Ackerland	5 WEA Vestas V90
Ecosistema (2007) , Lameira, Portugal	2006 - 2007	Bergrücken S-N, durchschnittliche Höhe 1.332 m ü. NN; völlig in eine wichtige Region zur Erhaltung der Biodiversität integriert; Gebüsch	8 WEA
Ferri et al. (2011) , Fucino-Tal und Sirente-Velino Regional-Naturpark Abruzzen, Italien	15. März - 31. Oktober 2009	Offenland mit Gebüsch und halbkryptophyten Weideflächen, die durch <i>Brachypodium rupestre</i> (Felsen-Zwenke) charakterisiert sind. Cerchio-Collarme: entlang der südlichen Hänge des Sirente Massivs, Höhe 900-1.150 m ü. NN. Cocullo: entlang eines Gebirges, Höhe 1.200-1.600 m ü. NN.	46 WEA in 2 WF. Cerchio-Collarme: 21 WEA, Vestas V80, Mast: 78 m, Rotor ø 80 m und Cocullo: 25 WEA, Gamesa 850 kW

Methoden	Ergebnisse
MM: SAR 60 m. Kontrolle an 7 von 7 Tagen an allen WEA.	Gesamte Schlagopferzahl geschätzt = 67,1 Fledermäuse starben von März bis Oktober 2008
Schlagopfer, die im Monitoring nach dem Bau an 56 WF gemeldet wurden, wurden überprüft. Es gab viele Mängel in den Protokollen, die einen Vergleich mit anderen nationalen und internationalen Studien verhinderten. Nur fünf Berichte (9 %) berücksichtigen Sucheffizienz oder nicht repräsentative Kadaver-Abtragerate. Daten für La Rioja wurden von der Dirección General del Medio Natural del Gobierno de La Rioja (Überwachungszeitraum von 2002 bis 2008, 10 WF), Junta de Castilla y León in der Provinz Soria (Überwachungszeitraum 2000-2008, 14 WF) zur Verfügung gestellt. Die lokale aragonische Regierung stellte mehrere Vogel- und Fledermaus-Monitoring-Berichte für den Zeitraum 2000-2007 (32 WF) in den Provinzen Zaragoza, Huesca und Teruel zur Verfügung (alle diese unveröffentlichten Berichte sind auf Anfrage beim Autor erhältlich).	147 tote Fledermäuse. 68 Ppip (59%), 16 Pkuh (14%), 21 Hsav (18%), 1 Bbar, 5 Nlas, 1 Nlei and 4 Tten (< 5% each). In den meist niedrig liegenden Standorten in Aragon traten Schlagopfer zwischen März und Dezember auf und erreichten ihr Maximum (76%) von Juli bis Oktober. In La Rioja und Soria, wo sich WF meist in höheren Lagen befinden, traten Todesfälle zwischen Mai und Oktober und ohne erkennbaren Spätsommerhöhepunkt auf. Geschlecht und Alter der toten Fledermäuse wurden in keinem der Berichte genannt.
MM: einmal wöchentlich	5 Ppip
MM: zweimal wöchentlich	5 Ppip; MR in 2011: 45/6WEA/6 Monate (aber keine Korrektur für Prädation und kontrollierte Oberfläche)
MM: SAR 50 m, 5 m zwischen Transekten, SET. AU als Funktion der Windgeschwindigkeit, Temperatur und Zeit nach Sonnenuntergang.	8 tote Fledermäuse: 5 Ppip, 3 Nlei. MR für 3 Monate (WINKELMANN): 26,16 Nlei und 30,41 Ppip
MM: 05.05.-20.06. und 21.06.-10.08.: zweimal pro Woche, jeden zweiten Tag, 11.08.-16.09. jeden 4. Tag, 17.09.-20.10. jeden 4. Tag außer im Oktober: einmalig alle zwei Wochen. SAR 56 m; SET, Oberflächenkorrektur.	6 tote Fledermäuse (1 Hsav, 1 Psp., 2 U/i, 1 Pkuh, 1 Nnoc). MR/WEA/Jahr: 6,79 (WINKELMANN 1989), 54,93 (ERICKSON 2000), 75,99 (JONES 2009), 44,17 (HUSO 2010)
MM: 05.05.-20.06. & 21.06.-10.08.: zweimal in einer Woche. 11.08.-20.10. jeden zweiten Tag. SAR 56 m; SET, Oberflächenkorrektur.	42 tote Fledermäuse (9 Ppip, 8 Pkuh, 7 Psp., 6 Hsav, 5 Nlei, 1 Nnoc, 2 Pnat, 1 Ppyg, 1 Msch, 1 Eser, 1 U/i). MR/WEA/Jahr: 130,49 (WINKELMANN 1989), 59,68 (ERICKSON 2000), 86,94 (JONES 2009), 79,17 (HUSO 2010)
MM: SAR 50 m, mit Prüfung von Abtragerate und Beobachter-Effizienz. Infrarot-Kamera-Aufnahme von Fledermausaktivität. AU: automatisierte Erfassung von Fledermausrufen.	Unter 5 WEA 10 tote Fledermäuse gefunden. MR 8/WEA/Jahr, Prädation und Sucheffizienz wurden berücksichtigt.
Effizienz, Prädation und kontrollierte Oberfläche	MR 0,63/WEA/Jahr
MM: alle 3 Tage. Untersuchungsgebiet: durchgehende Geländequadrate, Seitenlänge von 120 m mit der WEA in der Mitte (30-60 min pro WEA).	7 tote Fledermäuse gefunden (6 Hsav, 1 Ppip)

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Frey et al. (2013) , Timmeler Kampen in der Nähe von Bagband, Deutschland	29. März - 01. Oktober 2012	landwirtschaftliche Nutzfläche mit wenigen Hecken und Bäumen	18 WEA, 3 ENERCON E 82, Mast 108 m, Rotor ø 82 m und 15 E66, Mast 98 m.
Georgiakakis et al. (2012) , Ost-Makedonien und Thrakien, Griechenland	August 2009 - Juli 2010 (248 Tage)	Haupt-Habitattypen: Wald (Buche, Eiche und Kiefern-Wiederaufforstung), hartlaubige Vegetation und Gebirgs-wiesen, andere Habitate: Ackerland, Weideland und felsige Hänge	88 WEA in 9 WF (Masten 44-60 m, Rotor ø 52-90 m).
Gottfried et al. (2011) , Szczecin-Küste, Danziger Küste, Chelmsk-Dobrzyń Seenplatte, Süd-Wielkopolska Flachland, Sudeten-Vorberge, Polen	2007 - 2011	landwirtschaftliche Nutzfläche und Grünland in fünf Regionen	Masten 80 m (ein Mast in der Seenlandschaft Chelmsk-Dobrzyń, 45 m)
Gottfried & Gottfried (2012) , Sudeten-Vorberge, SW Polen	Mai - Oktober 2012	landwirtschaftliche Nutzfläche	6 WEA: REpower MM92, 2 MW (Mast 80 m, Rotor ø 92.5 m)
Hortêncio et al. (2007) , Caramulo, Portugal	April - Oktober 2006	Gebüsche, Kiefer	13 WEA im April-Juni, 17 im Juli, 23 im August, 25 im September und Oktober
Hortêncio et al. (2008) , Chão Falcão I, Portugal	März - Oktober 2007	Gebüsche, Eukalyptus	15 WEA
Hötter (2006)	60 Veröffentlichungen (1989-2006)	viele verschiedene Habitate	34 WEA. Mast: 22 m bis 114 m; Rotor ø 14 m bis 80 m
Korner-Nievergelt et al. (2011) , Deutschland		unbekannt	nicht verfügbar
LEA (2009a) , Sobrado, Portugal	Frühling 2009	Berg Rücken N-S, Höhenstufe 1.240-1.290 m ü. NN; völlig in eine wichtige Region zum Schutz der Biodiversität eingebettet; niedrige Gebüsche	4 WEA
LEA (2009b) , Sobrado, Portugal	Sommer 2009	wie oben	4 WEA
LEA (2010a) , Sobrado, Portugal	Herbst 2009	wie oben	4 WEA
LEA (pers. Mitt.) , Sobrado, Portugal	Alle Jahreszeiten 2009	wie oben	4 WEA

Methoden	Ergebnisse
MM: 26 Untersuchungs-Tage, alle 3 Tage (morgens, 20 min pro WEA); unter 18 WEA. SAR 50 m (mit Ausnahme der Gebiete mit dichter Vegetation); SET. AU: 217 Nächte an 3 WEA mit zwei Anabat-SD1 pro WEA (auf 4 m Höhe und auf Rotorhöhe)	1 tote Fledermaus (Pnat). MR: vermutlich 0.2/WEA/Untersuchungszeitraum. AU: Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Mspp.
MM: 5-6 Tage pro Woche rund um alle WEA (mit Ausnahme von 24. Dezember 2009 bis 11. März 2010: nur 20 Tage). SAR 50 m, zwei Arbeiter vor Ort. Die WEA-Plattform wurde aus einem Auto heraus, das in einem Kreis fuhr, untersucht. Der Rest des Grundstücks wurde zu Fuß überprüft. Die WEA wurde abwechselnd jeweils morgens und nachmittags untersucht. Wenn eine Fledermaus gefunden wurde (n = 108 Kadaver), notierten die Forscher den Code der WEA, die Entfernung zum Mastfuß der nächsten Turbine, die genaue Position des Kadavers mithilfe von GPS-Geräten und das Datum.	MM: 181 tote und 2 verletzte Fledermäuse. 56 Nlei (31%), 53 Ppip/Ppyg (29%), 35 Pnat (19%), 23 Hsav (13%), 10 Nnoc (5%), 1 Eser, 1 Nlas, 1 Vmur. Die meisten getöteten Fledermäuse waren männlich (123 bzw. 67%) und ausgewachsen (167 bzw. 91%). Die Mehrheit der Schlagopfer wurde von Mai bis September beobachtet. Die mittlere Anzahl der Schlagopfer/WEA/Jahr: 2,08.
Prüfung aller zugänglichen Daten von 2007 bis 2011	26 tote Fledermäuse: 5 Nnoc, 12 Pnat, 1 Ppip, 1 Ppyg, 3 Eser, 3 Vmur, 1 Enil
MM: an 6 WEA. 7 Kontrollen, eine Kontrolle pro Monat, nur auf der technischen Plattform von 1.350 m ²	27 tote Fledermäuse: 11 Nnoc, 5 Nlei, 4 Pnat, 2 Ppip, 2 Pspp., 2 Vmur, 1 unbestimmt. Die meisten toten Fledermäuse wurden im August und September gefunden (93%).
MM: Wöchentlich. SAR 46 m; SET (Frühling, Sommer, Herbst)	47 tote Fledermäuse: 5 Ppip, 13 Pspp., 16 Nlei, 1 Nnoc, 12 unbestimmte. MR 15,1/WEA/Jahr (Zeitraum von 7 Monaten)
MM: Wöchentlich. SAR 46 m; SET (Frühling, Sommer, Herbst)	3 tote Fledermäuse (Ppip/Pkuh, Pkuh, Nlei); MR 1,3/WEA/Jahr (Zeitraum von 8 Monaten)
„Meta-Analyse“ von 45 Studien aus 60 Publikationen (Belgien, Deutschland, Dänemark, Frankreich, Niederlande, Großbritannien, Österreich, Spanien, USA und Australien)	Errechnete MR pro WEA und Jahr: zwischen 0 und 103 Fledermäuse (Freiamt Schillinger Berg 1, Deutschland). Median: 6,4 Fledermäuse. Durchschnitt: 13,3; Standardabweichung: 13,3
Simulationsstudie an einem deutschen Datensatz	Formel zur Bestimmung der AU-Wahrscheinlichkeit bei Vögeln oder Fledermäusen, die durch WEA getötet werden (basierend auf der Kadaverpersistenzrate, der Sucheffizienz u. der Wahrscheinlichkeit, dass Schlagopfer in den untersuchten Bereich fallen)
MM: Kontrolle an 7 von 7 Tagen an allen WEA. SAR 60 m; SET.	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
LEA (2010b), Negrelo e Guilhado, Portugal	Sommer 2009	Bergrücken N-S, Höhenstufe 1.000-1.100 m ü. NN; völlig in eine wichtige Region zum Schutz der Biodiversität eingebettet; niedrige Gebüsche, Gestrüpp und Birken	10 WEA
LEA (2010c), Negrelo e Guilhado, Portugal	Herbst 2009	wie oben	10 WEA
LEA (pers. Mitt.), Negrelo e Guilhado, Portugal	Sommer und Herbst 2009	wie oben	10 WEA
LEA (2010d), Mafomedes, Portugal	2009	Bergrücken NO-SW, Höhenstufe 1.075-1.110 m ü. NN; völlig in eine wichtige Region zum Schutz der Biodiversität eingebettet, niedrige Gebüsche, Gestrüpp und Kiefern	2 WEA
LEA (2010e), Penedo Ruivo, Portugal	2009	Bergrücken SW-NO, Höhenstufe 1.120-1.220 m ü. NN; völlig in eine wichtige Region zur Erhaltung der Biodiversität eingebettet, niedrige Gebüsche, Gestrüpp und Kiefern	10 WEA
LEA (2010e), Seixinhos, Portugal	2009	Bergrücken NO-SW, Höhenstufe 1.197-1.260 m ü. NN; völlig in eine wichtige Region zur Erhaltung der Biodiversität eingebettet; niedrige Gebüsche	8 WEA
LEA (2011), Sobrado, Portugal	März - Oktober 2011	Durchschnittliche Höhe 1.280 m ü. NN; Gebüsche	4 WEA (mit 2,0 MW)
LEA (2012a), Alto do Marco, Portugal	Juli 2011 - Juni 2012	Durchschnittliche Höhe 1.250 m ü. NN; Sträucher	6 WEA (mit 2,0 MW)
LEA (2012b), Negrelo e Guilhado, Portugal	Mitte März - Mitte Oktober	Durchschnittliche Höhe 1.100 m ü. NN; Sträucher	10 WEA (mit 2,0 MW)
LEA (2012c), Mafomedes, Portugal	März - Oktober 2011	Durchschnittliche Höhe 1.100 m ü. NN; Sträucher	2 WEA (mit 2,0 MW)
LEA (2012d), Penedo Ruivo e Seixinhos, Portugal	März - Oktober 2011	Durchschnittliche Höhe 1.270 m ü. NN; Sträucher	18 WEA (mit 1,8 MW)

Methoden	Ergebnisse
wie oben	MR 0,94/WEA
wie oben	MR 0,46/WEA
wie oben	MR 1,40/WEA/2 Jahreszeiten
MM: Kontrolle alle 2 Wochen allen WEA. SAR 60 m.	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: wöchentlich von März bis Oktober um alle 4 WEA herum. AU: Anwesenheit/Abwesenheit von Fledermäusen, Identifizierung der nachgewiesenen Arten. Das Vorhandensein von Fraßaktivität und sozialen Rufen wurde erfasst. An jedem Probenpunkt (n = 12) wurde mit einem FD (D240X, Pettersson Elektronik) eine Untersuchung von 10 min durchgeführt. Die Anzahl der Fledermaus-Durchflüge wurde bei jeder Erfassung registriert. Arten mit schwierig zu unterscheidenden Rufen wurden in Gruppen von zwei oder mehr Arten zusammengefasst.	AU: Rfer, Mesc, Ppip, Hsav, Nlei, Tten, Esp., Plspp. und Nspp./Esp.; MM: keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Untersuchungen monatlich von November bis Februar und wöchentlich von März bis Oktober um alle 6 WEA herum. AU: wie oben, 12 Probestellen	U: Rfer, Ppip, Ppyg, Pkuh, Hsav, Bbar, Tten, Esp., Pspp. und Nlei /Esp. MM: Während der Untersuchung 8 tote Fledermäuse gefunden (3 Ppip; 2 Nlei; 1 Tten; 1 Hsav); MR: 6,35/WEA/Jahr
MM: Wöchentliche Untersuchungen von 15. März bis 15. Oktober um alle 10 WEA herum. AU: wie oben, 14 Untersuchungsstellen	AU: Ppip, Pkuh, Hsav, Bbar, Tten, Mspec, Esp., Plspp. und Ppip/Ppyg. MM: 2 tote Fledermäuse (1 Ppip; 1 Hsav); MR: 0,47/WEA/Jahr
MM: monatlich von November bis Februar, und zweimal im Monat von März bis Oktober um alle 2 WEA herum. AU: wie oben, 3 Probestellen	AU: Ppip, Tten, Esp., Plspp., Ppip/Ppyg, Esp./Nlei MM: Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: monatlich von November bis Februar, und zweimal im Monat von März bis Oktober um alle 18 WEA herum. AU: wie oben, 22 Probestellen	AU: Rhip, Mesc, Pkuh, Ppip, Hsav, Nlei, Bbar, Tten, Esp., Pspp., Ppip/Ppyg, Ppip/Msch/Ppyg, Nspp./Esp., Nlas/Nnoc/ Esp. MM: Keine toten Fledermäuse gefunden

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
LEA (2013) , Alto do Marco, Portugal	Juli 2012 - Juni 2013	Durchschnittliche Höhe 1.250 m ü.NN; Sträucher	6 WEA (mit 2,0 MW)
LeLong (2012) , St Genou (Indre), Frankreich	6 Monate 2012	Getreidefelder	6 x Vestas V80
Long et al. (2009) , Vereinigtes Königreich			Mikro-WEA
Lopes et al. (2008) , Pinal Interior (Proença I), Portugal	April - Oktober 2006	Sträucher, Kiefern	18 WEA
Lopes et al. (2009) , Pinal Interior (Moradal), Portugal	Juni - Oktober 2007	Sträucher, Kiefern	5 WEA
Mãe d'Água (2007) , Lameira, Portugal	2006 - 2007	Berg Rücken S-N, durchschnittliche Höhe 1.332 m ü. NN; völlig in eine wichtige Region zur Erhaltung der Biodiversität eingebettet, Gebüsch	8 WEA
Minderman et al. (2012) , Zentralschottland und Nord-England, Vereinigtes Königreich	Mai - September 2010 (67 Nächte)		Mikro-WEA in Zentralschottland (N=7) und Nordengland (N=13): 5 davon an Gebäuden, 15 freistehend (Mast 6-18 m, Rotor ø 1,5-13 m). 18 3-Rotoren-Modelle, zwei 2-Rotoren-Modelle
NOCTULA (2012a) , Safra-Coentral (Serra da Lousã), Portugal	Februar 2011 - Februar 2012	Gemischter Laubwald und Kiefern; Kiefernwald; große Gebüsche und Laubwald; Kiefernwald und kleine Gebüsche	Ecotecnia: ECO74

Methoden	Ergebnisse
MM: monatlich von November bis Februar, und zweimal im Monat von März bis Oktober um alle 6 WEA herum. AU: wie oben, 12 Probestellen	
MM: zweimal pro Woche	MM: 2 Ppip, 1 Eser, 1 Pnat. MR 2012: 64/6WEA/6 Monate; Korrekturen für Sucheffizienz, Prädation und Oberfläche
Laborstudie mit Rufen von <i>Pipistrellus</i>	Ultraschallstreuungseigenschaften einer in Betrieb befindlichen WEA steigen mit der Entfernung. Die Rotorblätter mögen für eine Fledermaus bei einem Abstand über 0,5 m nicht erkennbar sein, selbst nicht in stehendem Zustand
MM: Wöchentliche Untersuchungen. SAR 46 m; SET (Frühling, Sommer, Herbst).	5 tote Fledermäuse: 3 Psp., 1 Hsav, 1 unbestimmt. MR 2,8/ Jahr (Zeitraum von 7 Monaten)
wie oben	Keine toten Fledermäuse
MM: Kontrolle alle 2 Wochen während zweier aufeinanderfolgender Tage, an allen WEA, SAR 50 m.	MR 0,63/WEA/Jahr
AU: an jedem Standort über vier aufeinander folgende Tage und Nächte (aufgrund von Zugangsbeschränkungen auf drei Tage und Nächte an zwei Orten, und zwei Tage und Nächte an einem Ort beschränkt). Die Datenerhebung wurde einmal während der Saison an drei der zwanzig Standorte wiederholt. Die Aktivität wurde während aller Nächte des Beobachtungszeitraums an jedem Standort (Detektorausfall an 2 Stellen) unter experimentellen Bedingungen verglichen: Turbinen in Betrieb oder abgeschaltet. Fledermaus-Aktivität wurde automatisch mit 2 Anabat SD2 FD aufgezeichnet (Titley Scientific; einer 0-5 m und einer 20-25 m von der Turbine entfernt). Pro Standort wurde zwischen 19 und 244 Stunden untersucht, während derer die Turbinen zwischen 6 und 102 Stunden abgebremst wurden. Wetter und Landschaftselemente wurden aufgezeichnet.	8.221 Überflüge an allen 18 Standorte: 87.6 % Psp., 12.4 % Msp., Nnoc, Plaur. Sobald die Turbinen liefen, war die Fledermausaktivität geringer. Dieser Effekt hängt von der Entfernung zur WEA ab.
MM: Wöchentlich von März bis Juni 2012 in der Nähe aller WEA mit SAR 60 m. Von den Kadavern wurden die folgenden Daten notiert: a) Art, b) Geschlecht, c) GPS Punkt, d) Entfernung zur nächstgelegenen Turbine, e) Vorhandensein eines Traumas, f) Vorhandensein oder Nachweis von Fraß, h) digitale Fotografie, i) Wetterbedingungen. AU: drei Arten von Informationen wurden aufgezeichnet: (a) die Anwesenheit/Abwesenheit der Fledermäuse in einem bestimmten Bereich, (b) die Identifizierung der nachgewiesenen Art, (c) die Existenz von Fressaktivität (bei Erfassung einer Reihe von Impulsen mit hoher Wiederholungsrate, die von Fledermäusen in der Endphase eines Versuchs, Beute zu fangen, ausgestoßen wurden). 10 min Erfassung an jedem Probepunkt (Details siehe oben: AMORIM et al. 2012). Überwachung von Fledermausquartieren: 83 im Februar, April und Juli.	AU: Ppip/ Ppyg; Mmyo/ Mbly; Pkui; Ppip; Eser/Eisa; Nlei/ Eser/Eisa; Tten; kleine Msp.; Nsp. Quartiere: 8 Rhip, 9 adulte und 3 juvenile Plaur/Plaus, 34 adulte und 6 juvenile Reur, 1 Hsav, 1 Rfer. MM: Keine toten Fledermäuse gefunden.



Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
NOCTULA (2012b) , Sobrado (Serra de Montemuro), Portugal	März - Juni 2012	Niedrige Gebüsche; einzelne Felsen	Repower: MM82evo
NOCTULA (2013) , Testos II (Serra de Montemuro), Portugal	September 2011 - August 2012		ENERCON: E-82
Oikon Ltd. (2014) , Njivice, Split Dalmatien, Kroatien	März - Oktober 2013	Trockenes Weideland und Sträucher	20 WEA, Mast 76,9 m; Rotor ø 82 m
Park et al. (2013) , Vereinigtes Königreich			Mikro-WEA
Procesl (2009) , Alto Minho, Portugal	April - Oktober 2008	Durchschnittliche Höhe 1.200 m ü. NN; Sträucher; Kieferanpflanzungen; Grünland	75 WEA (mit 2,0 MW)
Procesl/Bio3 (2010) , Alto Minho I (sub-VFs Picos, Alto do Corisco und Santo António), Portugal	April - Oktober 2009	Durchschnittliche Höhe 1.200 m ü. NN; Sträucher; Kiefernwald; Anpflanzungen; Grünland	75 WEA (mit 2,0 MW)
Procesl (2012a) , Serra de Alvaizere, Portugal	Januar - Dezember 2011	Durchschnittliche Höhe 600 m ü. NN; Sträucher	7 WEA (mit 2,0 MW)
Procesl (2012b) , Serra de Aire, Portugal	Januar - Dezember 2011	Durchschnittliche Höhe 300 m ü. NN; Sträucher, Olivenbaumkulturen, Flugplatz	11 WEA (mit 2,0 MW)
Procesl (2013a) , Sabugal, Portugal	Januar - Dezember 2012	Durchschnittliche Höhe 850 m ü. NN; Sträucher; Felsaufschlüsse	48 WEA (mit 2,0 MW)

Methoden	Ergebnisse
Siehe oben (NOCTULA 2012a). MM von März bis Juni 2012.	AU: Ppip/ Ppyg (2 Kontakte); Pssp. (Ppip/Ppyg). MM: Keine toten Fledermäuse gefunden.
Siehe oben (NOCTULA 2012a). MM im September und Oktober 2011 und von März bis August 2012. Monitoring von Fledermausquartieren: 34 im Februar, April und Juli.	AU (Kontakte): 1 Bbar, 42 Ppip/ Ppyg, 1 Mmyo/Mbly, 15 Pkuh, 41 Ppip, 54 Nlei/Eser/Eisa, 32 Tten, 3 kleine Mssp.; 1 Rfer
MM: Suche zweimal/Monat an 2-3 aufeinander folgenden Tagen. Suchbereich: 70 m in der Umgebung einer WEA im Bereich der maximalen Sichtbarkeit (Hochebenen, Wege und Pisten) aufgrund der sehr schlechten Sichtverhältnisse im hohen Gras und in Sträuchern. AU: monatliche Überwachung der Fledermausaktivität mit FD	148 tote Fledermäuse: 35 Hsav, 50 Pkuh, 3 Pnat, 1 Tten, 7 Vmu, 15 unbestimmt, 22 Pssp., 15 Pssp./Hsav
Überprüfung der Strategie	Empfehlungen für eine Untersuchung
MM: Monatliche Untersuchungen um 70 % der WEA herum. SAR 50 m; SET.	9 tote Fledermäuse (2 Nlei, 5 Ppip, 2 Pssp.): 7 im September, 2 im Oktober; MR 1,92/WEA/7 Monate
MM: Monatliche Untersuchungen um 70 % der WEA herum. SAR 50 m; SET.	9 tote Fledermäuse (3 Ppip, 1 Pkuh, 1 Ppyg, 1 Eser, 1 Nlas und 2 Pssp.): 2 im Juli, 3 im August und 4 im September. MR: 2,89/WEA/7Monate (St.António) 1,45/WEA/7Monate (Alto do Corisco) und 1,89/WEA/7Monate (Picos)
MM: Wöchentliche Untersuchungen um alle 7 WEA; SAR 50 m; SET.	AU: 8 Rfer, 3 Rmeh/Rhip, 2 Mesc, 2 Mmyo/Mbly, 5 Mssp., 14 Ppip, 30 Pkuh, 5 Ppyg/Msch, 4 Pkuh/Ppip, 7 Ppip/Ppyg/Msch, 8 Nlei, 5 Nlas/Nnoc, 2 Nssp., 10 Nssp./Esp., 1 Eser/Eisa, 1 Bbar, 1 Pssp., 6 Tten. Quartiere (15 während des Winterschlafes): 112 Rfer, 3 Rhip, 13 Rssp., 19 Mmyo/Mbly, 9 Mmyo, 2 Mbly, 1 Mdau, 2.500 Msch MM: 12 tote Fledermäuse (3 Nlei; 1 Tten; 1 Ppyg; 1 Pkuh; 1 Msch; 2 Pssp.; 3 unbestimmt); 2 im April, 3 im Mai, 3 im August, 3 im September und 1 im November. MR: Nicht verfügbar
MM: Wie oben, um alle 11 WEA herum. AU: Anwesenheit/Abwesenheit der Fledermäuse, die Bestimmung der erfassten Art, an jeder Probestelle (n=15) wurden 10 min Erfassung durchgeführt, mit einem FD (D240X, Peterson Elektronik). Die Anzahl der Fledermaus-Durchflüge, die bei jedem Hören erfasst wurden, wurden registriert. Arten mit schwierig zu unterscheidenden Rufen wurden in Gruppen von zwei oder mehr Arten zusammengefasst. Monitoring der Fledermausquartiere: 5 Quartiere wurden gefunden und untersucht.	AU: 1 Rfer, 1 Rhip, 1 Rmeh/Reur, 1 Mssp., 31 Ppip, 16 Pkuh, 1 Pkuh/Ppip, 9 Ppip/Ppyg/Msch, 6 Ppyg/Msch, 1 Pssp., 2 Nlei, 2 Nlas/Nnoc, 1 Nssp., 1 Nssp./Esp., 4 Eser/Eisa, 2 Pssp. Quartiere (5 im Überwinterungszeitraum): 18 Rfer, 2 Rhip, 26 Rssp., 300 Mmyo, 3 Mbly, 100 Msch. MM: 3 tote Fledermäuse (1 Nlei; 2 Pssp.): 2 im April, 1 im September. MR: 11,3/WEA/Jahr
MM: Wöchentlich (7 Untersuchungen von Juni bis Juli 2012; 5 Untersuchungen von September bis Oktober 2012) im Durchschnitt um 80 % um die WEA herum. SAR 50 m; SET. Wert für Prädation basiert auf Literatur. AU: wie oben (n=28). Monitoring von Fledermausquartieren: 2 Quartiere wurden gefunden und untersucht.	AU: 1 Rfer, 1 Reur, 1 Mesc, 4 Mssp., 2 Ppip, 107 Pkuh, 14 Ppyg/Msch, 41 Pkuh/Ppip, 52 Ppip/Ppyg, 23 Pssp., 3 Hsav, 16 Nlei, 3 Nlas/Nnoc, 4 Nssp., 8 Esp., 7 Pssp., 4 Bbar, 21 Tten Quartiere (2 in August): 710 Rfer mit Jungtieren; 500 Reur/Rmeh mit Jungtieren, 1 Mema. MM: 6 tote Fledermäuse - 3 Ppip, 1 Pssp., 2 Nlei, MR: 21,9/WEA in 2012

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Procesl (2013b) , Serra de Alvaíazere, Portugal	Januar - Dezember 2012	Durchschnittliche Höhe 600 m ü. NN; Sträucher	7 WEA (mit 2,0 MW)
Procesl (2013c) , Lourinhã II, Portugal	August 2011 - Juli 2012	Durchschnittliche Höhe 170 m ü. NN; Eukalyptus-Anpflanzung; Weinbau, Ackerbau	9 WEA (mit 2,0 MW)
Profico Ambiente (2007a) , Outeiro, Portugal	Frühling 2006	Bergrücken NO-SW, Höhenstufe 1.186-1.311 m ü. NN; eingebettet in einer wichtigen Region zur Erhaltung der Biodiversität; niedrige Gebüsche	15 WEA
Profico Ambiente (2007b) , Outeiro, Portugal	Sommer 2006	wie oben	15 WEA
Profico Ambiente (2007c) , Outeiro, Portugal	Herbst 2006	wie oben	15 WEA
Profico Ambiente (2007d) , Outeiro, Portugal	Alle Jahreszeiten 2006	wie oben	15 WEA
Profico Ambiente/Bio3 (2009) , Guarda, Portugal	Mai - Mitte Juni 2008; Ende August - Anfang Oktober 2008	Durchschnittliche Höhe 990 m ü. NN; Sträucher und Grünland	4 WEA
Profico Ambiente/Bio3 (2010) , Guarda, Portugal	Mai - Mitte Juni 2009; September - Mitte Oktober 2009	wie oben	4 WEA
Report unavailable (2010) , Loire Atlantique 1, Frankreich	4 Monate	Felder mit Hecken	5 WEA
Report unavailable (2010) , Loire Atlantique 2, Frankreich	4 Monate	wie oben	3 WEA
Report unavailable (2011) , Loire Atlantique 1, Frankreich	7 Monate	wie oben	5 WEA
Report unavailable (2011) , Loire Atlantique 2, Frankreich	7 Monate	wie oben	3 WEA
Report unavailable (2011) , Morbihan 1, Frankreich		Ganz in der Nähe von Gehölzen oder in Feldern, die mit Gehölzen und Hecken verbunden waren	6 WEA
Report unavailable (2012) , Morbihan 1, Frankreich	8 Wochen	wie oben	6 WEA

Methoden	Ergebnisse
MM: Wöchentlich, um alle 7 WEA herum; SAR 50 m; SET	AU: 1 Mesc, 1 Mspp., 4 Ppip, 9 Pkuh, 2 Ppyg/Msch, 1 Pkuh/Ppip, 5 Ppip/Ppyg, 3 Ppyg, 1 Pspp., 3 Nlei, 1 Nlas/Nnoc, 2 Nssp., 4 Bbar, 4 Tten. Quartiere (8 im Überwinterungszeitraum): 223 Rfer, 6 Rhip, 50 Rssp., 32 Mmyo/Mbly, 10 Mmyo, 1 Mdau, 2 Mspp., 1.963 Msch, 1 U/i. MM: 0 tote Fledermäuse, MR: 0
MM: Wöchentliche Untersuchung (6 Untersuchungen vom 28. September 2011 bis zum 3. November 2011; 8 Untersuchungen von 23. Mai 2012 bis 13. Juli 2012) um alle 9 WEA herum; SAR 50 m; SET. Prädationswerte basierend auf Literatur.	AU: 3 Mmyo/Mbly, 2 Mspp., 24 Ppip, 2 Ppyg/Msch, 28 Ppip/Ppyg/Msch, 1 Nssp., 1 Nssp./Espp., 1 Eser/Eisa; Quartiere (5 bestätigt): 15 Rfer, 1 Mmyo/Mbly, 120 Msch; MM: 6 tote Fledermäuse (1 Msch; 2 Pspp.; 3 unbestimmt): 1 im Mai, 1 im Juni, 1 im September und 3 im Oktober. MR 10,91/WEA/Jahr (2011/2012).
MM: Kontrolle an 15 von 15 Tagen an allen WEA. SAR 60 m; SET.	MR 2,52/WEA
wie oben	MR 1,86/WEA
wie oben	MR 1,60/WEA
wie oben	MR 5,98/WEA/Jahr
MM: Wöchentlich; Untersuchungsgebiet: 50 m um die WEA herum; SET.	1 tote Fledermaus (Nlei), MR 0,67/WEA/12 Wochen
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Kontrollen einmal wöchentlich	48 tote Fledermäuse, vor allem Pspp., MR 51,1/WEA/Jahr (WINKELMANN)
wie oben	28 tote Fledermäuse, Pspp., MR 54,1/WEA/Jahr (WINKELMANN)
wie oben	15 tote Fledermäuse, Pspp., MR 8,3/WEA/Jahr (WINKELMANN)
wie oben	25 tote Fledermäuse, vor allem Pspp., MR 23,9/WEA/Jahr (WINKELMANN)
wie oben	13 tote Fledermäuse, vor allem Pspp., MR 9,87/WEA/Jahr (WINKELMANN)
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden



Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Rochereau (2008) , Vienne, Frankreich	15 Wochen	Höhe 135 - 140 m ü. NN, Ackerland	4 x Ecotecnia 80-1.6
Rochereau (2009) , Vienne, Frankreich	33 Wochen	wie oben	4 x Ecotecnia 80-1.6
Rochereau (2010) , Vienne, Frankreich	33 Wochen	wie oben	4 x Ecotecnia 80-1.6
Santos et al. (2013) , Portugal	2003 - 2011		
Seiche et al. (2008) , Sachsen, Deutschland	15 Mai - 30 September 2006	einige WF in landwirtschaftlichen Nutzflächen auf Meeresspiegelniveau, einige auf Hügeln (max. Höhe 800 m ü. NN)	145 WEA in 26 WF
Silva et al. (2007) , Chão Falcão I, Portugal	März - Oktober 2006	Sträucher, Eukalyptus	15 WEA
Silva et al. (2008) , Caramulo, Portugal	März - Oktober 2007	Sträucher, Kiefern	45 WEA
Strix (2006a) , Alagoa de Cima, Portugal	Februar 2006	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2006b) , Portal da Freita, Portugal	Winter 2006	Höhe 1.344 m ü. NN - Stauden (<i>Erica</i> sp. und <i>Chamaespartium tridentatum</i>) und Grünland	2 WEA
Strix (2006c) , Portal da Freita, Portugal	Frühling 2006	wie oben	2 WEA
Strix (2006d) , Portal da Freita, Portugal	Sommer 2006	wie oben	2 WEA
Strix (2006e) , Portal da Freita, Portugal	Herbst 2006	wie oben	2 WEA
Strix (2007a) , Penedo Ruivo, Portugal	2006	Berggrücken SW-NO, Höhenstufe 1.120-1.220 m ü. NN; eingebettet in eine wichtige Region zur Erhaltung der Biodiversität; niedrige Büsche, Gestrüpp und Kiefernwald	10 WEA

Methoden	Ergebnisse
wie oben	1 tote Fledermaus, MR 0,65/WEA/Jahr (WINKELMANN)
wie oben	4 tote Fledermäuse, MR 3,12/WEA/Jahr (WINKELMANN)
wie oben	1 tote Fledermaus, MR 0,22/WEA/Jahr (WINKELMANN)
Diese Studie kombiniert Artenverteilungs-Modellierung mit Mortalitätsdaten und mit ökologischen Bedingungen in WF in Portugal. Vorhersagemodelle wurden erarbeitet, um Bereiche wahrscheinlicher Mortalität zu erkennen und welche Umweltfaktoren dies fördern. Mortalitätsdaten für vier Fledermausarten wurden verwendet: Hsav, Nlei, Pkuh und Ppip. Diese erreichten mit 290 der 466 Todesopfer, die 2003-2011 erfasst wurden, die höchsten Schlagopferzahlen bei WF in Portugal.	Die Mortalitätsrisiko-Modelle zeigten stabile Leistung. WF in humiden Gebieten mit milden Temperaturen, näher als 5 km an Wäldern gelegen und weniger als 600 m von Steilhängen entfernt, zeigten höhere Wahrscheinlichkeiten der Mortalität. Hohe Schlagopfer-Risikobereiche überlappten stark mit der potentiellen Verbreitung von Nlei in Portugal, was darauf hindeutet, dass Populationen dieser Art mit einem hohen Schlagopferisiko durch WF behaftet sind. Darüber hinaus überlappte ein großer Teil der Fläche, von der vorhergesagt wird, dass es sich um einen Mortalitäts-Hotspot handelt (d.h. Gebiete, die voraussichtlich ein hohes Schlagopferisiko für vier Arten haben) mit Standorten, die sehr gut für den WF-Bau geeignet sind.
MM: zweimal pro Woche (morgens, 30 min pro WEA). Suchbereich gleich dem Durchmesser des Rotors + 25 % um die WEA (mit Ausnahme der Gebiete mit dichter Vegetation); SET. AU: akustische und Nachtsichtfassung bei 11 WEA (Pettersson D240x und Lamar TDM 07C).	114 tote Fledermäuse gefunden (59 Nnoc, 24 Pnat, 15 Ppip, 4 Vmur, 4 Eser, 3 Ppyg, 1Mmyo, 1Enil, 1 Nlei, 2 unbestimmt; 63 % juvenile and 34 % adulte). Weitere Arten gefunden mit AU.
MM: Wöchentlich. SAR 46 m; SET (Frühling, Sommer, Herbst)	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	79 tote Fledermäuse, 2 lebende Fledermäuse: 37 Ppip, 3 Ppip/Ppyg, 3 Psp., 1 Ppip/Pkuh, 5 Ppyg, 9 Pkuh, 4 Hsav, 11 Nlei, 1 Nlas, 1 Eser, 6 unbestimmt; MR 13,3 /WEA/Jahr (Zeitraum von 8 Monaten)
MM: Monatliche Untersuchungen; SAR 50 m; SET.	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Wöchentliche Untersuchungen; SAR 50 m; SET.	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	1 tote Fledermaus (Nssp.), MR 0,5 /WEA/3 Monate
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Schlagopfersuche, SET	Keine toten Fledermäuse gefunden

Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Strix (2007a) , Seixinhos, Portugal	2006	Berg Rücken NO-SW, Höhenstufe 1.197-1.260 m ü. NN; gelegen in einer wichtigen Region zur Erhaltung der Biodiversität; niedriges Gebüsch	8 WEA
Strix (2007b) , Penedo Ruivo, Portugal	2007	Siehe oben bei Penedo Ruivo	10 WEA
Strix (2007b) , Seixinhos, Portugal	2007	Siehe oben bei Seixinhos	8 WEA
Strix (2007c) , Videira, Portugal	März - Oktober 2006	Höhenstufe 507-522 m ü. NN. Gestrüpp und Grünland	3 WEA
Strix (2007d) , Alagoa de Cima, Portugal	Frühling 2006	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2007e) , Alagoa de Cima, Portugal	Sommer 2006	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2007f) , Alagoa de Cima, Portugal	Herbst 2006	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2007g) , Alagoa de Cima, Portugal	Winter 2007	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2007h) , Seixinhos Portugal	2006	Siehe oben bei Seixinhos	8 WEA
Strix (2008a) Videira, Portugal	März - Oktober 2007	Höhenstufe 507-522 m. Stauden und Grasland.	3 WEA
Strix (2008b) , Alagoa de Cima, Portugal	Frühling 2007	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2008c) , Alagoa de Cima, Portugal	Sommer 2007	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2008d) , Alagoa de Cima, Portugal	Herbst 2007	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2008e) , Alagoa de Cima, Portugal	Winter 2008	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2008f) , Caravelas, Portugal	Winter 2006	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2008g) , Caravelas, Portugal	Frühling 2007	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2008h) , Caravelas, Portugal	Sommer 2007	Eichen- und Kiefernwald	9 WEA
Strix (2009a) , Mafômedes, Portugal	2008	Berg Rücken NO-SW, Höhenstufe 1.075-1.110 m ü. NN; gelegen in einer wichtigen Region zur Erhaltung der Biodiversität; niedriges Gebüsch, Gestrüpp und Kiefernwald	2 WEA
Strix (2009a) , Penedo Ruivo, Portugal	2008	Siehe oben bei Penedo Ruivo	10 WEA

Methoden	Ergebnisse
MM: Schlagopfersuche, SET	MR 0,5/WEA/Jahr (Mortalität im Sommer)
MM: SAR 60 m. Kontrolle an 15 von 15 Tage an allen WEA wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Monatlich, SAR 60 m, SET wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Monatlich. SAR 50 m, SET wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden Keine toten Fledermäuse gefunden
Effizienz, Prädation und kontrollierte Oberfläche MM: Monatlich, SAR 60 m, SET	MR 1,86 /WEA/Jahr Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Monatlich. SAR 50 m, SET wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
wie oben	1 tote Fledermaus (Ppip), MR 0,11 /WEA/3 Monate
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Monatlich, SAR 60 m, SET	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Kontrolle an 15 von 15 Tagen an allen WEA, SAR 60 m	Keine toten Fledermäuse gefunden



Studie (Autor, Jahr, Untersuchungsgebiet)	Zeitraum	Habitattyp	Daten der WEA
Strix (2009a) , Seixinhos, Portugal	2008	Siehe oben bei Seixinhos	8 WEA
Strix (2009b) , Videira, Portugal	März - Oktober 2008	Höhenstufe 507-522 m ü. NN. Stauden und Grünland	3 WEA
Traxler et al. (2004) , Prellenkirchen (Pr), Obersdorf (Ob), Steinberg/Prinzendorf (St/Prinz), Nordöstliches Österreich	September 2003 - September 2004	St/Prinz: Natura 2000 Gebiet March-Thaya-Auen, 12 km östlich der WF. Landwirtschaftliche Nutzfläche in der Nähe von Eichen- und Hainbuchenwald (ebenfalls Natura-2000-Gebiet). Ob: landwirtschaftliche Nutzfläche, teilweise mit Hecken/Schuttgürteln und kleinen Kiefernwäldern. Pr: landwirtschaftliche Nutzfläche mit Hügeln und mit Donau- und Hundsheimer Bergen im Norden. Teilweise Weinbau in der Nähe eines Natura-2000-Gebietes.	St/Prinz: 9 WEA, Vestas V80; 2000 kW; Mast 100 m, Rotor ø 80 m. Ob: 5 WEA, E-66 18.70, 1800 kW, Mast 98 m, Rotor ø 70 m. Pr: 8 WEA, E-66 18.70, 1800 kW, Mast 98 m, Rotor ø 70 m.
Trille et al. (2008) , Castelnau-Pegayrols, Aveyron, Frankreich	2008 (LPO12)	Grünland, Heuwiesen, Ackerbau, entlang eines Koniferenwaldes	13 WEA x 2500 kW
Zagmajster et al. (2007) , Ravne, Insel Pag, Süd-Kvarner und Trtar Krtolin, Šibenik, Nord-dalmatien, Kroatien	Ravne: 28. April, 01. Mai, 29. Juli 2007; Trtar Krtolin: 01. November 2006	Ravne: in der Mitte der Insel, Höhe 200 m ü. NN. Trtar Krtolin: auf einem Plateau auf 400 m ü. NN Höhe	Ravne: 7 WEA, Mast 49 m, Rotor ø 52 m. Trtar Krtolin: 14 WEA, Mast 50 m, Rotor ø 48 m.
Zieliński et al. (2011) , Gniezdzewo gm. Puck, Polen	15. März - 15. November 2011	landwirtschaftliche Nutzfläche, in der Nähe einer Stadt	11 WEA

Methoden	Ergebnisse
wie oben	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: Monatlich. SAR 60 m, SET	Keine toten Fledermäuse gefunden
MM: jeden Tag (vormittags) unter 5 WEA (1 WEA in Ob, 2 WEA in Pr, 2 WEA bei St/Prinz). SAR 100 m (Vegetation kurz gehalten). Beobachtung (während der Wanderung) von Vögeln und Fledermäusen in einem Umkreis von 500 m Durchmesser um die WEA über 15 min. Lineare Transekte (mit Auto und zu Fuß); SET	St/Prinz: 4 tote Fledermäuse gefunden (Pnat, Plaus, 2 Nnoc). Keine fliegenden Fledermäuse beobachtet. Ob: Keine toten Fledermäuse gefunden. Wenige Beobachtungen von einzelnen Fledermäusen (Nnoc). Pr: 3 tote Nnoc gefunden (außerhalb des Beobachtungszeitraums) und weitere 10 tote Nnoc gefunden. Nnoc wurde an mehreren Tagen (3,14/ Stunde in WF, 8,73/Stunde im kontrollierten Bereich) bei der Herbstwanderung beobachtet. Fledermäuse zeigten kein Kollisions- Vermeidungs verhalten in Richtung der WEA. Weitere Umgebung: Deutsch Haslau: 1 tote Nnoc gefunden. Berechnete Kollisionsrate für alle 3 Parks: 5,33/WEA/Jahr.
MM: 2008: 09.06. - 01.07. kein Protokoll, 03.07. - 19.10. mit SET	MM 2008: 73 Fledermäuse (49 Ppip, 6 Pkuh, 13 Pssp., 2 Eser, 1 Nlei, 2 U/i); keine Abschätzung der MR
MM: Morgendliche Kontrolle	6 tote Fledermäuse gefunden (Ravne: 2 Hsav, 4 Pkuh; Trtar Krtolin: 1 Hsav)
MM: Kontrolle, auch mit trainierten Jagdhunden (hohe Grasvegetation unter den meisten WEA). SAR 70 m. SET des Hundes	Während der Untersuchung wurden 6 tote Fledermäuse gefunden (3 Pnat, 1Enil, 1 Vmur, 1unbestimmt). 17 tote Fledermäuse gefunden von 2007 bis 2011 (8 Pnat, 2 Vmur, 1 Enil, 1 Ppip, 1Ppip/Ppyg, 1 Ppyg, 3 unbestimmt)

Abkürzungen:

AU = Aktivitätsuntersuchung

FD = Fledermausdetektor

MM = Mortalitätsmonitoring

MR = Mortalitätsrate

SAR = Radius des Untersuchungsgebietes um die Windkraftanlage

SET = Tests für die Untersuchung der Effektivität und der Prädation

U/i = Art nicht identifiziert

WF = Windfarm

WEA = Windenergieanlage

Eisa = *Eptesicus isabellinus*, Isabellfledermaus

Enil = *Eptesicus nilssonii*, Nordfledermaus

Eser = *Eptesicus serotinus*, Breitflügel-Fledermaus

Espp. = *Eptesicus spec.*

Hsav = *Hypsugo savii*, Alpenfledermaus

Mbec = *Myotis bechsteinii*, Bechsteinfledermaus

Mbly = *Myotis blythii*, Kleines Mausohr

Mbra = *Myotis brandtii*, Große Bartfledermaus

Mdas = *Myotis dasycneme*, Teichfledermaus

Mdau = *Myotis daubentonii*, Wasserfledermaus

Memar = *Myotis emarginatus*, Wimpernfledermaus

Mesc = *Myotis escalerai*, Iberische Fransenfledermaus

Bbar = *Barbastella barbastellus*, Mopsfledermaus

Mmyo = *Myotis myotis*, Mausohr

Mmys = *Myotis mystacinus*, Kleine Bartfledermaus

Mnat = *Myotis nattereri*, Fransenfledermaus

Msch = *Miniopterus schreibersii*, Langflügel-Fledermaus

Mssp. = *Myotis spec.*

Nlas = *Nyctalus lasiopterus*, Riesenabendsegler

Nlei = *Nyctalus leisleri*, Kleiner Abendsegler

Nnoc = *Nyctalus noctula*, Abendsegler

Nssp. = *Nyctalus spec.*

Pkuh = *Pipistrellus kuhlii*, Weißrandfledermaus

Plaur = *Plecotus auritus*, Braunes Langohr

Plaus = *Plecotus austriacus*, Graues Langohr

Plspp. = *Plecotus spec.*, Langohr

Pnat = *Pipistrellus nathusii*, Rauhautfledermaus

Ppip = *Pipistrellus pipistrellus*, Zwergfledermaus

Ppyg = *Pipistrellus pygmaeus*, Mückenfledermaus

Pssp. = *Pipistrellus spec.*

Tten = *Tadarida teniotis*, Europäische Bulldoggfledermaus

Vmur = *Vespertilio murinus*, Zweifarbfledermaus

Literatur

- ALBOUY, S. (2010): Suivis de l'impact éolien sur l'avifaune et les chiroptères, exemples de parcs audois (11). ABIES, presentation au Séminaire National LPO Eolien et Biodiversité, Reims, 16 septembre 2010.
- ALBRECHT, K. & C. GRÜNFELDER (2011): Fledermäuse für die Standortplanung von Windenergieanlagen erfassen; Erhebungen in kollisionsrelevanten Höhen mit einem Heliumballon. Standortplanung von Windenergieanlagen. NuL 43 (1): 5-14.
- ALEPE (2012): Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Paou sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères: Bilan des 3 années de suivi (2008-2009-2010), Communes de Chastel-Nouvel, Rieurtort de Randon et Servières (Lozère 48). Expertise pour EDF Energies Nouvelles, 111 S.
- ALLOUCHE, L. (2011): Parc éolien du Mas de Leuze, Saint-Martin-de-Crau (13), suivi de la mortalité des Chiroptères, 12 juillet-1er octobre 2011 dans le cadre des tests de régulation du fonctionnement des éoliennes réalisés par Biotope. AVES Environnement pour BIO-TOPE, rapport inédit, 9 S.
- ALVES, P., B. SILVA & S. BARREIRO (2006a): Parque Eólico de Chão Falcão I. Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 (Ano 2005). Plecotus, Lda. e Prosistemas, SA.
- ALVES, P., B. SILVA & S. BARREIRO (2006b): Parques Eólicos na Serra dos Candeeiros. Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 (Ano 2005). Plecotus, Lda e Prosistemas, SA
- ALVES, P., P. GERALDES, C. FERRAZ, M. HORTÊNCIO & B. SILVA (2007a): Parques Eólicos da Serra da Freita I e Freita II). Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 – Ano 2006. Plecotus, Lda
- ALVES, P., P. GERALDES, C. FERRAZ, B. SILVA, M. HORTÊNCIO, F. AMORIM & S. BARREIRO (2007b): Parque Eólico de Arada/Montemuro. Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 – Ano 2006. Plecotus, Lda e Prosistemas, SA.
- ALVES, P., E. LOPES, BARREIRO, S. & B. SILVA (2009a): Sub-parques Eólicos de Mata-Álvaro, Furnas e Seladolino. Monitorização de Quirópteros. Relatório 3 – Ano 2007 (relatório final). Plecotus, Lda
- ALVES, P., B. SILVA & S. BARREIRO (2009b): Parque Eólico da Gardunha: Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 – Ano 2007. Plecotus, Lda
- ALVES, P., E. LOPES, S. BARREIRO & B. SILVA (2010): Sub-parques Eólicos de Proença I e II. Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 – Ano 2007. Plecotus, Lda
- AMINOFF, S., N. HAGNER-WAHLSTEN, E.-M. KYHERÖINEN, A. LINDEÉN, J. BROMMER, A. BRUTEMARK & M. FRED (2014): Methods for studying post-construction effects of wind power on bats in central Europe cannot be directly applied in southern Finland. Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1-5 September 2014, Šibenik, Croatia: 25.
- AMORIM, F. (2009): Morcegos e Parques Eólicos - Relação entre o uso do espaço e a mortalidade, avaliação de metodologias, e influência de factores ambientais e ecológicos sobre a mortalidade. Tese de Mestrado, Universidade de Évora.
- AMORIM, F., H. REBELO & L. RODRIGUES (2012): Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the Mediterranean region. Acta Chiropterologica, 14(2): 439-457
- AVES ENVIRONNEMENT & GROUPE CHIROPTÈRES DE PROVENCE (2009): Parc éolien du Mas de Leuze (St Martin de Crau, 13) : Evaluation de la mortalité des Chiroptères : 15 mars 30 septembre 2009. Unpublished intermediate report, 12 S.
- BACH, L. & P. BACH (2008): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Cappel.-Neufeld – Zwischenbericht 2008. unpubl. Report to WWK: 1-29.
- BACH, L. & P. BACH (2010): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Cappel.-Neufeld – Endbericht 2009. unpubl. Report to WWK: 1-50.
- BACH, L. & P. BACH (2012): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Ellenserdammersiel, Zwischenbericht 2012 - unpubl. report to MAIBARA GmbH & Co. KG: 34 S.
- BACH, L. & P. BACH (2013a): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Wiesmoor, Zwischenbericht 2013. - unpubl. Report to Carpe Ventos GmbH: 38 S.
- BACH, L. & P. BACH (2013b): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Friesland, Endbericht 2013 - unpubl. report to MAIBARA GmbH & Co. KG: 44 S.
- BACH, L. & P. BACH (2013c): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Friesland II, Zwischenbericht 2013. - unpubl. Report to Diekmann & Mosebach: 34 S.
- BACH, P. & L. BACH (2013d): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Wiesmoor, Endbericht 2012. - unpubl. report to Carpe Ventos GmbH: 64 S.
- BACH, L., P. BACH & K. FREY (2011a): Fledermausmonitoring Windpark Timmeler Kampen, Zwischenbericht 2011. For Landkreis Aurich.
- BACH, L., P. BACH & U. GERHARDT (2011b): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Wiesmoor, Zwischenbericht 2011. For Carpe Ventos Energie GmbH.
- BACH, P., L. BACH & F. SINNING (2014): Fledermausmonitoring im Windpark Walsrode - Gondelmonitoring und Schlagofersuche, Endbericht 2013 - unpubl. report to Munira GmbH & Co. KG, 46 S
- BACH, L. & I. NIERMANN (2010a): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Zwischenbericht 2009. unpubl. Report to PNE Wind AG: 1-30.
- BACH, L. & I. NIERMANN (2010b): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel, Endbericht 2010 For PNE Wind AG.
- BACH, L. & M. TILLMANN (2012): Fachstellungnahme Fledermäuse zum potentiellen Windparkstandort Belum. – unpubl. report to e3 Projekt 46 GmbH & Co. KG: 59 S.
- BARREIRO, S., B. SILVA & P. ALVES (2007a,b): Parque Eólico da Serra dos Candeeiros (Candeeiros I e II): Monitorização de Quirópteros. Relatório 3 – Ano 2006. Plecotus, Lda e ProSistemas, SA
- BARREIRO, S., B. SILVA & P. ALVES (2009): Parque Eólico de Mosqueiros I: Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 – Ano 2008. Plecotus, Lda
- BEUCHER, Y., V. KELM, F. ALBESPY, M. GEYELIN, L. NAZON & D. PICK (2013): Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (12): Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2011).
- BEUCHER, Y. & V. LECOCQ (2009): Parc éolien de Canet-de-Salars- Suivi évaluation post-implantation de l'impact du parc éolien sur les chauves-souris. Bilan de la campagne 2008, première année d'exploitation. Unpublished report.
- BFL (2011a): Fachgutachten zum geplanten Repowering in einem Windfeld westlich von Ober-Flörsheim (Landkreis Alzey-Worms). Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH, Wörrstadt. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2011b): Fledermausmonitoring am WEA-Standort Naurath (Landkreis Trier-Saarburg) - Zwischenbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2011c): Fledermausmonitoring im Windpark Lingerhahn (Rhein-Hunsrück-Kreis)- Zwischenbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2011d): Fledermausmonitoring im Windpark Uhler (Rhein-Hunsrück-Kreis). Endbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2011e): Fledermausmonitoring im Windpark Wörrstadt-Ost (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der New Breeze GmbH & Co. Wind Wörrstadt-Ost KG. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2012a): Fledermausmonitoring am WEA-Standort Beltheim (Landkreis Rhein-Hunsrück) – Zwischenbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2012b): Fledermausmonitoring an einer Windenergieanlage auf dem Elmersberg. Fachgutachten zur Entwicklung eines fledermausfreundlichen Betriebsalgorithmus. Endbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Windkraft Großer Elmersberg KG. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Illingen, Schöneberg.
- BFL (2012c): Fledermausmonitoring im Windpark Mainstockheim 2011 (Landkreis Kitzingen) – Endbericht. Unveröff. Gutachten im Auftrag der VOLTA Windkraft GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Ochsenfurt.
- BFL (2012d): Fledermausmonitoring im Windpark Repperndorf 2009-2011 (Landkreis Kitzingen) - Endbericht. Unveröff. Gutachten im Auftrag der ABO Wind Betriebs GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Heidesheim.
- BFL (2013a): Endbericht zum Fledermausmonitoring am WEA-Standort Naurath (Landkreis Trier-Saarburg). Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2013b): Fachgutachten zum Konfliktpotenzial Fledermäuse und Windenergie im Rahmen einer Windparkerweiterung am WEA-Standort Bedesbach/Welchweiler (WEA4). (Landkreis Kusel). Im Auftrag der Windenergie Christian Zaharanski. Büro für Faunistik für Landschaftsökologie, Schöneberg, Bedesbach.

- BFL (2013c): Fledermausmonitoring im Windpark am Kleeberg. Bericht 2012 (Landkreis Neuenkirchen). Unveröff. Gutachten im Auftrag der Windpark am Kleeberg KG. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Illingen.
- BFL (2013d): Fledermausmonitoring im Windpark Beltheim (Landkreis Rhein-Hunsrück) – Endbericht 2013. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2013e): Fledermausmonitoring im Windpark Gabsheim (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013f): Fledermausmonitoring im Windpark Heimersheim (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013g): Fledermausmonitoring im Windpark Lingerhahn (Rhein-Hunsrück-Kreis) – Endbericht 2013. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2013h): Fledermausmonitoring im Windpark Mainstockheim (Anlage A3) (Landkreis Kitzingen) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der VOLTA Windkraft GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Ochsenfurt.
- BFL (2013i): Fledermausmonitoring im Windpark Neuerkirch (Landkreis Rhein-Hunsrück) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013j): Fledermausmonitoring im Windpark Schornsheim (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013k): Fledermausmonitoring im Windpark Unzenberg (Landkreis Rhein-Hunsrück) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013l): Fledermausmonitoring im Windpark Waldalgesheim 2012 (Landkreis Mainz-Bingen) – Endbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013m): Fledermausmonitoring im Windpark Worms (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013n): Fledermausmonitoring im Windpark Wörrstadt-Ost (Landkreis Alzey-Worms) – Endbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der New Breeze GmbH & Co. Wind Wörrstadt-Ost KG. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2014a): Fledermausmonitoring im Windpark Kirchberg 2012-2013 (Rhein-Hunsrück-Kreis) - Endbericht 2013-2014. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014b): Fledermausmonitoring im Windpark Gau-Bickelheim 2013 (Landkreis Alzey-Worms) - Zwischenbericht 2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014c): Fledermausmonitoring im Windpark Riegenroth 2013 (Rhein-Hunsrück-Kreis) - Zwischenbericht 2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014d): Fledermausmonitoring im Windpark Hangen-Weisheim 2013 (Landkreis Alzey-Worms) - Zwischenbericht 2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014e): Fledermausmonitoring im Windpark Laubach 2013 (Rhein-Hunsrück-Kreis) - Zwischenbericht 2012. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014f): Fledermausmonitoring im Windpark Hochstätten 2012-2013 (Landkreis Bad Kreuznach) - Endbericht 2012-2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014g): Fledermausmonitoring im Windpark Schopfloch 2012-2013 (Landkreis Freudenstadt) - Endbericht 2012-2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- Bio3 (2010): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Serra do Mú. Relatório III (Fase de exploração - Ano 2009). Relatório elaborado para EDP renováveis - enernova. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011a): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Cabeço Rainha 2. Relatório III (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para EDP Renováveis. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011b): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão Falcão II. Relatório II (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para Parque Eólico de Chão Falcão. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011c): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão Falcão III. Relatório II (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para Parque Eólico de Chão Falcão. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011d): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Lousã II. Relatório II (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para Parque Eólico de Trevim Lda. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011e): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Serra de Bornes. Relatório II (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para Parque Eólico da Serra de Bornes, SA. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011f): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Serra do Mú. Relatório Final (Fase de pré-construção, construção e exploração - Ano 2007-2010). Relatório elaborado para EDP renováveis - enernova. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011g): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Sub-Parque Eólico de Contim (Parque Eólico da Terra Fria). Relatório II (Fase de exploração - Ano 2010/2011). Relatório elaborado para ENEOP2, exploração de parques eólicos. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011h): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Sub-Parque Eólico de Facho-Colmeia (Parque Eólico da Terra Fria). Relatório III (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para ENEOP2, exploração de parques eólicos. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011i): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Sub-Parque Eólico de Montalegre (Parque Eólico da Terra Fria). Relatório III (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para ENEOP2, exploração de parques eólicos. Bio3, Almada.
- Bio3 (2012a): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Lousã II. Relatório III (Fase II - ano II de exploração), 81 S.
- Bio3 (2012b): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão-Falcao II. Relatório 3 (Fase de exploração), 80 S.
- Bio3 (2012c): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão-Falcão III. Relatório II (Fase de exploração), 102 S.
- Bio3 (2012d): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros do Parque Eólico da Nave. Relatório II (Fase III - 1º ano de exploração), 140 S.
- Bio3 (2012e): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros do Parque Eólico de Carreço-Outeiro. Relatório III (Fase III - exploração), 127 S.
- Bio3 (2012f): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros do Parque Eólico da Terra Fria. Relatório IV (Fase de exploração Montalegre; Relatório Final Facho-Colmeia; Relatório III (Fase de exploração Contim), 230 S.
- Bio3 (2012g): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Cabeço Rainha 2. Relatório Final (Fase de pre-construção, construção e exploração - Ano 2007-2011). Relatório elaborado para EDP Renováveis. Bio3, Almada.
- Bio3 (2013a): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Bornes. Relatório 3 (2º ano de exploração), 111 S.
- Bio3 (2013b): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Mosqueiros II. Relatório final (Fase de exploração - Ano III), 105 S.
- Bio3 (2013c): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Lousã II e Sobre-equipamento. Relatório IV - Relatório Final (3º de exploração - Ano 2012). Relatório II (ano anterior à construção) do Sobre-equipamento.
- Bio3 (2013d): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Meroicinha II. Relatório II (Fase de exploração), 91 S.
- Bio3 (2013e): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros do Parque Eólico da Nave. Relatório III - Relatório Final (Fase III - 2º ano de exploração), 146 S.
- Bio3 (2013f): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão-Falcão III. Relatório Final (Fase de exploração), 112 S.



- Bio3 (2013g): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão-Falcao II. Relatório 4 (Fase de exploração), 121 S.
- Bio3 (2013h): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Bornes. Relatório Final (3º ano de exploração), 118 S.
- BLG (2009): Monitoring potenzieller betriebsbedingter Beeinträchtigungen von Fledermäusen an Windenergieanlagen im Windpark Nordschwarzwald – Endbericht. Unveröff. Gutachten im Auftrag der MFG Management & Finanzberatung AG, Karlsruhe. Büro für Landschaftsökologie und Geoinformation, Schöneberg.
- BRINKMANN, R. & F. BONTADINA (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. For Regierungspräsidium Freiburg - Referat 56 Naturschutz und Landschaftspflege.
- BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIEMANN & M. REICH (Eds.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Schriftenreihe Institut für Umweltplanung Leibniz Universität Hannover. Umwelt und Raum Bd. 4. Cuvillier Verlag, Göttingen
- CABRAL, J.A., P. SILVA-SANTOS, P. BARROS, ; C. SILVA, J. CORREIA & R. GONÇALVES (2008a): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Vila Real., 44 S.
- CABRAL, J.A., SILVA-SANTOS, P., BARROS, P., SILVA, C., CORREIA, J., GONÇALVES, R. E BRAZ, L. (2008b). Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Verão de 2008 - Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Vila Real. 41 S.
- CABRAL, J.A., P. SILVA-SANTOS, P. BARROS, C. SILVA, J. CORREIA, R. GONÇALVES & L. BRAZ (2008c): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Outono de 2008 - Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Vila Real. 48 S.
- CABRAL, J.A., P. SILVA-SANTOS, P. BARROS, C. SILVA, J. CORREIA, R. GONÇALVES L. BRAZ (2008d): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Inverno e Primavera - Fase de Exploração). Estudo do Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Relatório de Progresso (Progress Report).
- CABRAL, J.A., P. SILVA-SANTOS, P. BARROS, C. SILVA, J. CORREIA, R. GONÇALVES & L. BRAZ (2009): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Relatório Final - Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Vila Real., 90 S.
- CAMINA, A. (2012): Bat Fatalities at Wind Farms in Northern Spain — Lessons to be Learned. Acta Chiropterologica 14(1): 205-212.
- CHATTON, T. (2011): Suivi de la mortalité sur le parc éolien de Saint-Genou (36) - Suivi 2011. Indre Nature, unpublished report, 14 S.
- CONDUCHÉ, N., T. DAUMAL, C. LOUVET, S. TOURTE & F. SPINELLI-DHUCO (2012): Suivis des impacts sur les chiroptères du parc éolien de "La Picoterie", commune de Charly-sur-Marne (02). Ecothème pour La Compagnie du Vent, 43 S.
- CORNUT, J. & S. VINCENT (2011): Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. LPO Drôme et CN'Air, rapport inédit, 39 S.
- CSD INGENIEURS CONSEILS (2013): Suivi de mortalité ces chauves-souris et batmonitoring sur le parc éolien de Perwez. – Rapport final. NA00932, 50 S.
- ECOSISTEMA (2007): Monitorização da mortalidade de aves e quirópteros no Parque Eólico da Lameira. Relatório final. (Final Report)
- FERRI, V., O. LOCASCICULLI, C. SOCCINI & E. FORLIZZI (2011): Post construction monitoring of wind farms: first records of direct impact on bats in Italy. Hystrix It. J. Mamm. (n.s.) 22(1): 199-203.
- FREY, K., L. BACH & P. BACH (2013): Fledermausmonitoring Windpark Timmeler Kampen – Endbericht 2012 - unpubl. report to LK Aurich, 64 S.
- GEORGIAKAKIS, P., E. KRET, B. CÁRCAMO, B. DOUTAU, A. KAFKALITOU-DIEZ, D. VASILAKIS & E. PAPADATOU (2012): Bat fatalities at wind farms in north-eastern Greece. Acta Chiropterologica, 14(2): 459-468.
- GOTTFRIED, I., T. GOTTFRIED, M. IGNACZA & B. WOJTOWICZ (2011): Five regions in Poland: Szczecin Coast, Gdańsk Coast, Chełmsk-Dobrzyń Lakeland, South Wielkopolska Lowland, Sudetes Foothills. Wstępne dane o śmiertelności nietoperzy na farmach wiatrowych w Polsce. Nietoperze 12 (1-2): 29-34.
- GOTTFRIED, T. & I. GOTTFRIED (2012): Śmiertelność nietoperzy na farmach wiatrowych w Polsce. Konferencja chiropterologiczna z okazji międzynarodowego roku nietoperza - Warsaw, 15-16 November 2012. Ministerstwo Środowiska. http://www.mos.gov.pl/g2/big/2012_11/894965bc63a8266fada0755aee4c87b7.pdf
- HORTÊNCIO, M., S. BARREIRO, B. SILVA & P. ALVES (2007): Parque Eólico do Caramulo: Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 - Ano 2006. Plecotus, Lda.
- HORTÊNCIO, M., B. SILVA, P. ALVES & S. BARREIRO (2008): Monitorização de Morcegos no Parque Eólico de Chão Falcão. Relatório 4 – Ano 2007. Plecotus, Lda e ProSistemas, SA.
- HÖTKER, H. (2006): Auswirkungen des "Repowering" von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Für Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- KORNER-NIEVERGELT, F., P. KORNER-NIEVERGELT, O. BEHR, I. NIEMANN, R. BRINKMANN & B. HELLRIEGEL (2011): A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Journal of Wildlife Biology 17: 350-363.
- LEA (2009a): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Sobrado. Relatório de progresso – Primavera (Fase de construção e exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Junho de 2009, 50 S.
- LEA (2009b): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Sobrado. Relatório de progresso – Verão (Fase de Exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Setembro de 2009, 36 S.
- LEA (2010a): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Sobrado. Relatório Final (Fase de construção e exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Janeiro de 2010, 56 S.
- LEA (2010b): Programa de estudos e monitorização da conservação da natureza do parque eólico de Negrelo e Guilhado. Monitorização de Quirópteros – Actividade e Mortalidade na Área do Parque Eólico de Negrelo e Guilhado. Fase de exploração – ano de 2009. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 49 S.
- LEA (2010c): Programa de estudos e monitorização da conservação da natureza do parque eólico de Negrelo e Guilhado. Monitorização de Quirópteros – Actividade e Mortalidade na Área do Parque Eólico de Negrelo e Guilhado. Fase de exploração – ano de 2009. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 49 S.
- LEA (2010d): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico de Mafômedes. Relatório Final (Fase de Exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Outubro.
- LEA (2010e): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros nos Parques Eólicos de Penedo Ruivo e Seixinhos. Relatório Final (Fase de Exploração – Ano IV) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Junho de 2010.
- LEA (2011) Relatório de Monitorização da Atividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Sobrado. Relatório Final (Ano 3. Fase de exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 50 S.
- LEA (2012a): Relatório de Monitorização da Atividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Alto do Marco. Relatório Anual (Ano 1 - Fase de exploração) elaborado para a empresa Parque Eólico de Gevancas. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 62 S.
- LEA (2012b): Relatório de Monitorização da Atividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico de Negrelo e Guilhado. Relatório Anual do 4º ano da fase de exploração - 2012. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Estudo coordenado por Ecosfera, consultoria ambiental Lda. para EDP Renováveis Portugal, S.A. Porto, 69 S.



- LEA (2012c): Relatório de Monitorização da Atividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico de Mafômedes. Relatório final (Ano 4. Fase de exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 52 S.
- LEA (2012d): Relatório de Monitorização da Atividade e Mortalidade de Quirópteros nos Parques Eólicos de Penedo Ruivo e Seixinhos. Relatório Final (Ano 6. Fase de exploração – ano 2011) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 84 S.
- LEA (2013): Relatório de Monitorização da Atividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Alto do Marco. Relatório Final (Ano 2- Fase de exploração) elaborado para a empresa Parque Eólico de Gevancas. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 82 S.
- LELONG, M. (2012): Deuxième programme de suivis avifaunistiques et chiroptérologiques des parcs éoliens de la région Centre. Module 5: Suivi de la mortalité sur le parc éolien de Saint-Genou. Indre Nature, unpublished report, 20 S.
- LONG, C.V., J.A. FLINT, P.A. LEPPER & S.A. DIBLE (2009): Wind turbines and bat mortality: interaction of bat echolocation pulses with moving turbine rotot blades. *Proceed. Inst. Acoustics*, Vol. 31: 185-192.
- LOPES, S., B. SILVA & P. ALVES (2008): Sub-Parques Eólicos de Proença I e II. Monitorização de Quirópteros: Relatório 1 – Ano 2006. Plecotus, Lda
- LOPES, S., B. SILVA & P. ALVES (2009): Sub-Parque Eólico do Moradal. Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 – Ano 2007. Plecotus, Lda
- MÃE D'ÁGUA (2007): Relatório de monitorização da mortalidade de aves e quirópteros no parque eólico da Lameira – Relatório final (Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 56 S.
- MINDERMAN, J., C.J. PENDLEBURY, J.W. PEARCE-HIGGINS & K.J. PARK (2012): Experimental Evidence for the Effect of Small Wind Turbine Proximity and Operation on Bird and Bat Activity. *PLoS ONE* 7(7): e41177. doi:10.1371/journal.pone.0041177
- NOCTULA (2012a): Relatório de Monitorização dos Sistemas Ecológicos na área do Parque Eólico de Safra-Coentral - Fase de Exploração, 160 S.
- NOCTULA (2012b): Relatório de Monitorização de Quirópteros na área do Parque Eólico do Sobrado - Fase de Exploração, 39 S.
- NOCTULA (2013): Relatório de Monitorização dos Sistemas Ecológicos na área do Parque Eólico de Testos II - Fase de Exploração, 133 S.
- OKON LTD. (2014): Praćenje stradavanja populacija šišmiša tijekom korištenja VE Jelinak (Bat mortality monitoring during operation of Wind farm Jelinak)
- PARK K.J., A. TURNER & J. MINDERMAN (2013): Integrating applied ecology and planning policy: the case of micro-turbines and wildlife conservation. *Journal of Applied Ecology* 50:199–204
- PROCESL (2009): Relatório de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico do Alto Minho I (Sub-Parques de Picos, Alto do Corisco e Santo António): Fase de Exploração, 1º Ano, 2008. Alfragide, Amadora.
- PROCESL/Bio3 (2010): Relatório de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico do Alto Minho I (Sub-Parques de Picos, Alto do Corisco e Santo António): Fase de Exploração, 2º Ano, 2009. Alfragide, Amadora.
- PROCESL (2012a): Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico de Alvaiázere. Relatório Anual (Ano 1 da Fase de Exploração - 2011).
- PROCESL (2012b): Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico do Bairro. Relatório 3 (2º Ano da Fase de Exploração - 2011).
- PROCESL (2013a): Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico da Raia. Relatório 4 (Ano 2 da Fase de Exploração - 2012).
- PROCESL (2013b): Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico de Alvaiázere. Relatório Anual (Ano 2 da Fase de Exploração - 2012).
- PROCESL (2013c): Parque Eólico da Lourinhã II - Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 - 2011 / 2012 (1º Ano da Fase de Exploração).
- PROFICO AMBIENTE (2007a): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros - Parque Eólico do Outeiro (Primavera 2006 – Fase de Exploração, Ano de 2006). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 44 S.
- PROFICO AMBIENTE (2007b): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros - Parque Eólico do Outeiro (Verão 2006 – Fase de Exploração, Ano de 2006). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 43 S.
- PROFICO AMBIENTE (2007c): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros - Parque Eólico do Outeiro (Outono 2006 – Fase de Exploração, Ano de 2006). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 45 S.
- PROFICO AMBIENTE (2007d): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros - Parque Eólico do Outeiro (Relatório Final – Fase de Exploração, Ano de 2006). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 64 S.
- PROFICO AMBIENTE/Bio3 (2009): Monitorização da comunidade de aves e quirópteros no Parque Eólico da Guarda. Relatório II (ano 2008). Relatório elaborado para Centrais Eólicas Reunidas - CENTEOL, S.A. PROFICO – Projectos, Fiscalização e Consultadoria, Lda / Bio3 - Estudos e Projectos em Biologia e Valorização de Recursos Naturais, Lda.
- PROFICO AMBIENTE/Bio3 (2010): Monitorização da comunidade de aves e quirópteros no Parque Eólico da Guarda. Relatório III - ano 2009 (Final). Relatório elaborado para Centrais Eólicas Reunidas - CENTEOL, S.A. PROFICO – Projectos, Fiscalização e Consultadoria, Lda / Bio3 - Estudos e Projectos em Biologia e Valorização de Recursos Naturais, Lda.
- REPORT UNAVAILABLE (2010): Loire Atlantique 1, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2010): Loire Atlantique 2, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2011): Loire Atlantique 1, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2011): Loire Atlantique 2, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2011): Morbihan 1, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2012): Morbihan 1, France.
- ROCHEREAU 2008 (Vienne). France.
- ROCHEREAU 2009 (Vienne). France.
- ROCHEREAU 2010 (Vienne). France.
- SANTOS, H., L. RODRIGUES, G. JONES & H. REBELO (2013): Using species distribution modelling to predict bat fatality risk at wind farms. *Biological Conservation* 157: 178–186
- SEICHE, K., ENDL P. & M. LEIN (2008): Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. *Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie*.
- SILVA, B., S. BARREIRO & P. ALVES (2007): Parque Eólico de Chão Falcão I. Monitorização de Quirópteros: Relatório 3 – Ano 2006. Plecotus, Lda e ProSistemas, SA
- SILVA, B., S. BARREIRO, M. HORTÊNCIO & P. ALVES (2008): Parque Eólico do Caramulo: Monitorização de Quirópteros. Relatório 3 – Ano 2007. Plecotus, Lda
- STRIX (2006a): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório da Inverno de 2005. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2006b): Plano de Monitorização: relatório de Inverno – Parque Eólico do Portal da Freita (Serra do Marão), Ano 0 – Trimestre 1 - 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2006c): Plano de Monitorização: relatório de Primavera – Parque Eólico do Portal da Freita (Serra do Marão), Ano 0 – Trimestre 2 - 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2006d): Plano de Monitorização: relatório de Verão – Parque Eólico do Portal da Freita (Serra do Marão), Ano 0 – Trimestre 3 - 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2006e): Plano de Monitorização: relatório de Outono – Parque Eólico do Portal da Freita (Serra do Marão), Ano 0 – Trimestre 4 - 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2007a): Plano Especial de Monitorização de Quirópteros para a Serra do Marão - Parques eólicos de Penedo Ruivo, Seixinhos e Teixeira, Ano 1 - 2006. Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a STRIX. Oeiras. 91 S.
- STRIX (2007b): Plano Especial de Monitorização de Quirópteros para a Serra do Marão - Parques eólicos de Penedo Ruivo, Seixinhos e Teixeira, Ano 2 - 2007. Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a STRIX. Oeiras. 72 S.
- STRIX (2007c): Relatório Anual de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico da Videira, Ano de 2006. Relatório não publicado, Oeiras
- STRIX (2007d): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório da Primavera de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2007e): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório do Verão de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.



- STRIX (2007f): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório do Outono de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2007g): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório do Inverno 2006/2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2007h): Especial de Monitorização de Quirópteros para a Serra do Marão – 2006 (Parques Eólicos de Penedo Ruivo, Seixinhos e Teixeira). Estudo para a EnergieKontor Portugal Energia Verde. Relatório de Progresso (Progress Report).
- STRIX (2008a): Relatório Anual de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico da Videira, Ano de 2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008b): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez) - Primavera de 2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008c): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez) – Verão de 2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008d): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez) - Outono de 2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008e): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez) - Inverno de 2008. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008f): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Caravelas (Vila Real) - Inverno de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008g): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Caravelas (Vila Real) - Primavera de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008h): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Caravelas (Vila Real) – Verão de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2009a): Plano Especial de Monitorização de Quirópteros para a Serra do Marão - Parques eólicos de Penedo Ruivo, Mafômedes, Seixinhos e Teixeira-Sedielos, Ano 3 - 2008. Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a STRIX. Oeiras, 82 S.
- STRIX (2009b). Relatório Anual de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico da Videira, Ano de 2008. Relatório não publicado, Oeiras
- TRAXLER, A., S. WEGLEITNER & H. JAKLITSCH (2004): Vogel-schlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen. Prellenkirchen – Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf. Endbericht Dezember 2004. Für WSS Ökoenergie, evn naturkraft, WEB Windenergie, IG Windkraft & Amt der NÖ Landesregierung.
- TRILLE, M., LIOZON R. & S. TALHOËT (2008): Suivi ornithologique et chiroptérologique du parc éolien de Castelnau-Pégayrols. Bilan de la première année de suivi. LPO Aveyron, unpublished report, 47 S.
- ZAGMAJSTER, M., JANCAR T. & J. MLAKAR (2007): First records of deer bats (Chiroptera) from wind parks in Croatia. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 234-237.
- ZIELIŃSKI, P., BELA G. & A. MARCHLEWSKI (2011): Monitoring of birds – report from searching of the wind farm near Gniezdźewo (gmina Puck, pomorskie voivodeship) Year 2011. Für DIPOL Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Gdansk, 19 S.

Anhang 2: Nachgewiesene Fledermaus-Schlagopfer in Europa (2003-2015) – Stand 17.03.2016

Art	AT	BE	CH	CR	CZ	DE	ES	EE
<i>Nyctalus noctula</i>	46				31	973	1	
<i>Nyctalus lasiopterus</i>							21	
<i>Nyctalus leisleri</i>			1		3	143	15	
<i>Nyctalus spec.</i>							2	
<i>Eptesicus serotinus</i>	1				11	55	2	
<i>Eptesicus isabellinus</i>							117	
<i>Eptesicus serotinus / isabellinus</i>							11	
<i>Eptesicus nilssonii</i>	1				1	3		2
<i>Vespertilio murinus</i>	2			7	6	116		
<i>Myotis myotis</i>						2	2	
<i>Myotis blythii</i>							4	
<i>Myotis dasycneme</i>						3		
<i>Myotis daubentonii</i>						7		
<i>Myotis bechsteinii</i>								
<i>Myotis emarginatus</i>							1	
<i>Myotis brandtii</i>						1		
<i>Myotis mystacinus</i>						2		
<i>Myotis spec.</i>						1	3	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	10		2	16	556	73	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	13	3		3	7	805		
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	4				2	82		
<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	1		1				483	
<i>Pipistrellus kuhlii</i>				66			44	
<i>Pipistrellus pipistrellus / kuhlii</i>								
<i>Pipistrellus spec.</i>	8			37	9	70	20	
<i>Hypsugo savii</i>	1			57		1	50	
<i>Barbastella barbastellus</i>						1	1	
<i>Plecotus austriacus</i>	1					6		
<i>Plecotus auritus</i>						7		
<i>Tadarida teniotis</i>				2			23	
<i>Miniopterus schreibersii</i>							2	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>							1	
<i>Rhinolophus mehelyi</i>							1	
<i>Chiroptera spec.</i>	1	1		14	1	63	320	1
Gesamt	81	14	2	188	87	2897	1197	3

AT = Österreich, BE = Belgien, CH = Schweiz, CR = Kroatien, CZ = Tschechische Republik, D = Deutschland, ES = Spanien, EE = Estland, FR = Frankreich, GR = Griechenland, IT = Italien, LV = Lettland, NL = Niederlande, NO = Norwegen, PT = Portugal, PL = Polen, RO = Rumänien, SE = Schweden, UK = Großbritannien

FI	FR	GR	IT	LV	NL	NO	PT	PL	RO	SE	UK	Gesamt
	31	10					1	16	5	1		1115
	6	1					9					37
	63	58	2				253	5				543
	1						17					20
	23	1			1			3				97
							1					118
							16					27
6				13		1		1		8		36
	8	1		1				7	7	1		156
	3											7
	1											5
												3
							2					9
	1											1
	2											3
												1
		1										3
												4
	622		1		15		281	3	3	1		1585
	178	35	2	23	8			16	12	5		1110
	125			1			36	1	2	1	1	255
	29	54					37	1	2			608
	130						44		4			288
							19					19
	134	1		2			97	2	4		3	387
	36	26	12				47					230
	3											5
												7
												7
	1						27					53
	5						4					11
												1
												1
	192	6	1				110	3		30	8	751
6	1594	194	18	40	24	1	1001	58	39	47	12	7503

Anhang 3: Maximale Entfernungen der einzelnen Arten zur Nahrungssuche und Flughöhen

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung für Windpark-Projekte ist es notwendig, die maximalen Distanzen zu kennen, die verschiedene Arten während der Nahrungssuche zurücklegen können, sowie die maximale Flughöhe. Die folgende Tabelle aktualisiert die Informationen für die verschiedenen Arten, die an Windkraftanlagen getötet wurden. Für die meisten Arten stammen diese Informationen aus telemetrischen Untersuchungen (Ausnahmen in blau) und die Referenzen werden unterhalb der Tabelle aufgeführt. Da die maximalen Entfernungen je nach individuellem Status und der Jahreszeit variieren können, werden verschiedene Werte angegeben.

Literatur

- GEBHARD, J. & W. BOGDANOWICZ (2004): *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) Grosser Abendsegler. In Krapp F. (Ed.): Handbuch der Säugetiere Europas, Fledertiere (Chiroptera) II. Aula Verlag, Wiebelsheim: 607-694
- POPA-LISSEANU, A.G. (2007): Roosting behaviour, foraging ecology and enigmatic dietary habits of the aerial-hawking bat *Nyctalus lasiopterus*. PhD Thesis, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain.
- IBAÑEZ, A., A. GUILLÉN & W. BOGDANOWICZ (2004): *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780) - Riesenabendsegler (2004). In Krapp F. (Ed.): Handbuch der Säugetiere Europas, Fledertiere (Chiroptera) II. Aula Verlag, Wiebelsheim: 695-716.
- POPA-LISSEANU, A.G., C. IBAÑEZ, O. MORA & C. RUIZ (2004): Roost utilization of an urban park by the greater noctule, *Nyctalus lasiopterus*, in Spain. Abstracts for the 13th International Bat Conference in Poland: 100; Museum and Institute of Zoology PAS, Varsovie.
- SCHORCHT, W. (2002): Zum nächtlichen Verhalten von *Nyctalus leisleri*. Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz 71: 141-161.

Art	max. Entfernung zu Jagdgebieten (km)
<i>Nyctalus noctula</i>	26
<i>Nyctalus leisleri</i>	17
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	90
<i>Pipistrellus nathusii</i>	12
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	1,7 (durchschnittl. Radius)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	5,1
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	keine Information
<i>Hypsugo savii</i>	?
<i>Eptesicus serotinus</i>	5-7,12
<i>Eptesicus isabellinus</i>	?
<i>Eptesicus nilssonii</i>	4-5 (Wochenstubezeit); >30 danach
<i>Vespertilio murinus</i>	6,2 ♀; 20,5 ♂
<i>Myotis myotis</i>	25
<i>Myotis blythii</i>	26
<i>Myotis punicus</i>	durchschnittlich 6, bis zu 16,5
<i>Myotis emarginatus</i>	12,5; 3
<i>Myotis bechsteinii</i>	2,5
<i>Myotis dasycneme</i>	34; 15 von der Wochenstube, > 25 (Frühling und Herbst)
<i>Myotis daubentonii</i>	10 ♀; >15 ♂
<i>Myotis brandtii</i>	10
<i>Myotis mystacinus</i>	2,8
<i>Plecotus auritus</i>	2,2-3,3
<i>Plecotus austriacus</i>	Maximal bis 7, normalerweise bis 1,5
<i>Barbastella barbastellus</i>	25
<i>Miniopterus schreibersii</i>	30 bis 40
<i>Tadarida teniotis</i>	>30 (Portugal), 100 (Schweiz)

Flughöhe (m)	Referenzen	Telemetrie-Studien
10 bis wenige 100 Meter	1, 7, 30, 65	Ja, nein
Über Kronendach, >25, >40-50 (Futtersuche & direkter Flug)	5, 6, 30, 32, 42, 45, 64, 65, 68	Ja, nein
1300 (Teleskop & Radar)	2, 3, 4, 30	Ja
1-20 (Futtersuche); 30-50 (Wanderung); >25, Futtersuche über Kronendach & >40-50 im direkten Flug	43, 45, 46, 47, 30, 64, 65, 68	Ja, nein
Über dem Rotor, gelegentlich >25, >40-50 im direkten Flug	20, 30, 64, 65, 68	Ja, nein
Über dem Rotor, >25, >40-50 in direktem Flug	21, 61, 65, 68	Nein; Chemolumineszenzmarker, nein
1-10; bis wenige 100, >25	30, 64, 65	Ja, nein
>100	33, 37, 64, 65	Nein, nein
50 (Über dem Rotor), >25, Nahrungssuche über Kronendach, >40-50 in direktem Flug	13, 14, 15, 16, 30, 62, 64, 65, 68	Ja, nein
?	?	?
> 50 (Futtersuche & direkter Flug)	51, 52, 64, 65, 68, 72	Ja
20-40, über Kronendach (Futtersuche) & >40-50 (direkter Flug)	48, 49, 64, 65, 68	Ja, nein
1-15 (direkter Flug bei freiem Himmel im Überflug); >25; bis zu 40 (50) in direktem Flug	26, 27, 28, 29, 30, 64, 68	Ja, nein
1-15	22, 23, 24, 25, 26, 30	Ja
< 2 (Futtersuche), wahrscheinlich 100 m Transferflug von Bergrücken zu Bergrücken	69, 70, 71	Ja
Keine Information	17, 18, 30, 33, 36, 38, 39	Ja
1-5 und im Kronendach, gelegentlich über Kronendach (direkter Flug)	12, 30, 31, 38, 39, 68	Ja, nein
2-5 (bis zum Rotor)	53, 63, 66, 73	Ja
1-5, Futtersuche bis zum Kronendach & manchmal darüber im direkten Flug	57, 58, 68	Ja, nein
Bis zum Kronendach (Futtersuche) & manchmal darüber im direkten Flug	49, 54, 55, 68	?, nein
Bis zu 15m im Kronendach, bis zum Kronendach (Futtersuche) & gelegentlich darüber in direktem Flug	55, 56, 68	Ja, nein
Bis zum Kronendach und darüber hinaus (Futtersuche und direkter Flug)	59, 68	Ja, nein
ausnahmsweise >25, bis zum Kronendach und darüber hinaus (Futtersuche und direkter Flug)	60, 64, 67, 68	Ja, nein
Über Kronendach, >25, Kronendach und darüber hinaus (Futtersuche und direkter Flug)	11, 12, 30, 34, 35, 64, 68, 71	Ja, nein
2-5 (Futtersuche) und freier Himmel (Überflug), >25	8, 30, 41, 40, 64	Ja, nein
10-300	44, 9, 10, 30	Ja



- 6 WATERS, D., G. JONES & M. FURLONG (1999): Foraging ecology of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) at two sites in southern Britain. *J. Zool.* 249: 173-180.
- 7 KRONWITTER, F. (1988): Population structure, habitat use and activity patterns of the noctule bat, *Nyctalus noctula*, revealed by radio-tracking. *Myotis* 26: 23-85.
- 8 NÉMOZ, M., A. BRISORGUEIL *et al.* (2008): Connaissance et Conservation des gîtes et habitats de chasse de 3 Chiroptères cavernicoles: *Rhinolophe euryale*, Murin de Capaccini et Minioptère de Schreibers. SFEPM, programme LIFE NATURE LIFE04NAT/FR/000080, Paris, 104 Seiten.
- 9 ARLETTAZ, R. (1990): Contribution à l'éco-éthologie du Molosse de Cestoni, *Tadarida teniotis*, dans les Alpes valaisannes (sud-ouest de la Suisse). *Z. Säugetierk.* 55: 28-42.
- 10 ARLETTAZ, R., C. RUCHET, J. AESCHIMANN, E. BRUN, M. GENOUD & P. VOGEL (2000): Physiological traits affecting the distribution and wintering strategy of the bat *Tadarida teniotis*. *Ecology* 81: 1004-1014.
- 11 SIERRA, A. (2003): Habitat use, diet and food availability in a population of *Barbastella barbastellus* in a Swiss alpine valley. *Nyctalus* (N.F.) 8 (6): 670-673.
- 12 STEINHAUSER, D. (2002): Untersuchungen zur Ökologie der Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus* und der Bechsteinfledermaus, *Myotis bechsteinii* im Süden des Landes Brandenburg. *Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz* 71: 81-98.
- 13 HARBUSCH, C. (2003): Aspects of the ecology of Serotine bats (*Eptesicus serotinus*) in contrasting landscapes in southwest Germany and Luxembourg. PhD-thesis, University of Aberdeen, 217 Seiten.
- 14 PÉREZ, J.L. & C. IBÁÑEZ (1991): Preliminary results on activity rhythms and space use obtained by radio-tracking a colony of *Eptesicus serotinus*. *Myotis* 29: 61-66.
- 15 ROBINSON, M.F. & R.E. STEBBINGS (1997): Home range and habitat use by the serotine bat, *Eptesicus serotinus*, in England. *J. Zool.* 243: 117-136.
- 16 CATTO, C.M.C., A.M. HUTSON, P.A. RACEY & P.J. STEPHENSON (1996): Foraging behaviour and habitat use of the serotine bat (*Eptesicus serotinus*) in southern England. *J. Zool.* 238: 623-633.
- 17 HUET, R., M. LEMAIRE, L. ARTHUR & N. DEL GUIDICE (2002): First results in radio-tracking Geoffroy's bats *Myotis emarginatus* in Centre region, France. Abstracts of the IXth European Bat Research Symposium, Le Havre 2002: 25.
- 18 KRULL, D., A. SCHUMM, W. METZNER & G. NEUWEILER (1991): Foraging areas and foraging behavior in the notch-eared bat, *Myotis emarginatus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 28: 247-253.
- 19 ARNOLD, A. & M. BRAUN (2002): Telemetrische Untersuchungen an Flughautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) in den nordbadischen Rheinauen. *Schriftenr. Landschaftspf. Natursch.* 71: 177-189.
- 20 DAVIDSON-WATTS, I. & G. JONES (2006): Differences in foraging behaviour between *Pipistrellus pipistrellus* and *Pipistrellus pygmaeus*. *J. Zool.* 268: 55-62.
- 21 FEYERABEND, F. & M. SIMON (2000): Use of roosts and roost switching in a summer colony of 45 kHz phonic type pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*). *Myotis* 38: 51-59.
- 22 GÜTTINGER, R., M. LUTZ & E. MÜHLETHALER (2006): Förderung potenzieller Jagdhabitats für das Kleine Mausohr (*Myotis blythii*). Interreg IIIB-Projekt Lebensraumvernetzung, 76 Seiten.
- 23 ROESLI, M., F. BONTADINA, T. MADDALENA, K. MÄRKI, T. HOTZ, A.-S. GENINI, D. TORRIONZ, R. GÜTTINGER & M. MORETTI (2005): Ambienti di caccia e regime alimentare del Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*) e del Vespertilio minore (*Myotis blythii*) (Chiroptera: Vespertilionidae) nel Cantone Ticino. *Boll. Soc. tic. Sci. Nat.* 93: 63-75.
- 24 ROESLI, M., F. BONTADINA, T. MADDALENA & M. MORETTI (2004). Studio sulla colonia di riproduzione di *Myotis myotis* e *Myotis blythii* delle Collegiate Sant'Antonio a Locarno. Dipartimento del territorio Cantone Ticino, 44 Seiten.
- 25 GCP (2003): Expérience de radio-pistage sur le Petit Murin, *Myotis blythii* - Tomes 1857, en vue de découvrir une colonie majeure de reproduction dans les Bouches-du-Rhône. Bilan sur deux années : été 2002 et été 2003. Rapport final pour la DIREN PACA, 17 Seiten.
- 26 ARLETTAZ, R. (1995): Ecology of the sibling mouse-eared bats, *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Horus* Eds. Martigny, Suisse, 206 Seiten.
- 27 DRESCHER, C. (2004): Radiotracking of *Myotis myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) in South Tyrol and implications for its conservation. *Mammalia* 68: 387-395.
- 28 GÜTTINGER, R. (1997): Jagdhabitats des Großen Mausohrs (*Myotis myotis*) in der modernen Kulturlandschaft. *Schriftenr. Umwelt* 288: 1-138.
- 29 RUDOLPH, B.-U., A. ZAHN & A. LIEGL (2004): Mausohr *Myotis myotis*. In: A. Meschede et B.-U. Rudolph (Eds.), *Fledermäuse in Bayern*: 203-231.
- 30 DIETZ, C., O.V. HELVERSEN & D. NILL (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwest Afrikas. Kosmos Verlag, 399 Seiten.
- 31 KERTH, G., M. WAGNER, K. WEISSMANN & B. KÖNIG (2002): Habitat- und Quartiernutzung bei der Bechsteinfledermaus: Hinweise für den Artenschutz. *Schriftenr. Landschaftspf. Natursch.* 71: 99-108.
- 32 FUHRMANN, M., C. SCHREIBER & J. TAUCHERT (2002): Telemetrische Untersuchungen an Bechsteinfledermäusen (*Myotis bechsteinii*) und Kleinen Abendseglern (*Nyctalus leisleri*) im Oberurseler Stadtwald und Umgebung (Hochtaunuskreis). *Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz* 71: 131-140.
- 33 SCHÖBER, W. & E. GRIMMBERGER (1998): Die Fledermäuse Europas. Kosmos Verlag, Stuttgart, 265 Seiten.
- 34 RUSSO, D., L. CISTRONE, G. JONES & S. LAZZOLENI (2004): Roost selection by barbastelles, *Barbastella barbastellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in beech woodlands of Central Italy. *Biol. Cons.* 117 (1): 73-81
- 35 BILLINGTON, G. (pers. com): Radiotracking study of Barbastelle bats (unpublished)
- 36 QUEKENBORN, D. (2005): Porquerolles (2004) recherche d'une colonie de murins à oreilles échancrées par radiotracking (PN Port Cros). Actes des IV^{èmes} rencontres Chiroptères Grand Sud. Bidarray, 18 et 19 mars 2005. SFEPM.
- 37 GEBHARD, J. (1997): Fledermäuse. Birkhauser Verlag, Basel, 381 Seiten.
- 38 MESCHEDA, A. & K.-G. HELLER (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern unter besonderer Berücksichtigung wandernder Arten. *Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz* 66: 374 Seiten.
- 39 ROUÉ, S. Y. & M. BARATAUD (1999): Habitats et activité nocturne des chiroptères menacés en Europe: synthèse des connaissances en vue d'une gestion conservatrice. *Le Rhinolophe* 2: 137 Seiten.
- 40 RODRIGUES, L. & J. M. PALMEIRIM (2007): Migratory behaviour of the Schreiber's bat: when, where and why do cave bats migrate in the Mediterranean region? *J. Zool.* 274 (2): 116-125.
- 41 VINCENT, S. (2007): Etude de l'activité et des terrains de chasse exploités par le Minioptère de Schreibers en vue de sa conservation. Suze-la-Rousse (Drôme), «Sables du Tricastin» FR8201676. LIFE04/NAT/FR/000080. Rapport CORA 26 – SFEPM, 66 Seiten.
- 42 BOGDANOWICZ, W. & A.L. RUPRECHT (2004): *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817) - Kleinabendsegler. In Krapp F. (Ed.): *Handbuch der Säugetiere Europas, Fledertiere (Chiroptera) II*. Aula Verlag, Wiebelsheim: 717-756.
- 43 CONSERVATOIRE DU PATRIMOINE NATUREL DE CHAMPAGNE-ARDENNE (2009): Résultats de radiopistage de colonies de reproduction. *Savart* 71/72.
- 44 MARQUES, J.T., A. RAINHO, M. CARAPUÇO, P. OLIVEIRA & J.M. PALMEIRIM (2004): Foraging behaviour and habitat use by the European free-tailed bat *Tadarida teniotis*. *Acta Chiropterologica* 6(1): 99-110.
- 45 HUTTERER, R., T. IVANOVA, C. MEYER-CORDS & L. RODRIGUES (2005): Bat Migrations in Europe. A review of banding data and literature. Federal Agency for Nature Conservation, Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bonn, 176 Seiten.
- 46 PARISE, C. & C. HERVÉ (2009): Découverte de colonies de mise bas de Pipistrelle de Nathusius en Champagne-Ardenne. *Naturelle* 3: 87-94.
- 47 CPEPESC LORRAINE (2009): Connaître et protéger les Chauves-souris de Lorraine. Ouvrage collectif coordonné par...



- donné par Schwaab F., Knochel A. & Jouan D. Ciconia 33 (N.sp.): 562 Seiten.
- 48 SAMFI, K., (2006): Die Zweifledermaus in der Schweiz. Status und Grundlagen für den Schutz. Zürich, Bristol-Stiftung, Bern, Stuttgart, Wien, Haupt, 100 pages.
- 49 BAGGØE, H., (1987): The Scandinavian bat fauna: adaptive wing morphology and free flight in the field. Pages. 57-74, in Recent advances in the study of bats (M.B. Fenton, P.A. Racey & J.M.V. Rayner, eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 470 Seiten.
- 50 BOYE, P. (2004): *Eptesicus nilssonii*. Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz 69/2: 389-394.
- 51 RYDELL, J. (1989): *Eptesicus nilssonii*, Nordfledermaus. In F. Krapp (Hrsg.), Handbuch der Säugetiere Europas, Aula Verlag: 561-581.
- 52 GERELL, R. & J. RYDELL (2001): *Eptesicus nilssonii*, Nordfledermaus. In F. Krapp (Hrsg.), Handbuch der Säugetiere Europas 4-I, Aula Verlag: 561-581.
- 53 MOSTERT, K. (1997): Meervleermuis *Myotis dasycneme* (Boie, 1825). In Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers (coord.): Atlas van de Nederlandse vleermuizen. Onderzoek naar verspreiding en ecologie. K.N.N.V., Vitgeverij: 124-150.
- 54 DENSE, C. & U. RAHMEL (2002): Untersuchungen zur Habitatnutzung der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandtii*) im nordwestlichen Niedersachsen. Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz 71: 51-68.
- 55 SCHRÖDER, T. (1996): Zusammenhänge zwischen dem Jagd- und Echoortungsverhalten der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandtii*) im Vergleich mit der Kleinen Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*). Diplomarb. Univ. Oldenburg, 147 Seiten.
- 56 CORDES, B. (2004): Kleine Bartfledermaus, *Myotis mystacinus*. In A. Meschede & B.-U. Rudolph (Eds.). Fledermäuse in Bayern, Ulmer Verlag: 155-165.
- 57 ARNOLD, A., M. BRAUN, N. BECKER & V. STORCH (1998): Beitrag zur Ökologie der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) in Nordbaden. Carolinea 56: 103-110.
- 58 ENCARNÇÃO, J. A., U. KIERDORF, D. HOLWEG, U. JASNOCH & V. WOLTERS (2005): Sex-related differences in roost-site selection by Daubenton's bats *Myotis daubentonii* during the nursery period. Mammal Rev. 35: 285-294.
- 59 FUHRMANN, M. & A. SEITZ (1992): Nocturnal activity of the brown long-eared bat (*Plecotus auritus* L.1758): data from radiotracking in the Lenneburg forest near Mainz (Germany). In Wildlife telemetry. Remote Monitoring and Tracking of Animals (I.G. Priede & S.M. Swift, eds.). Ellis Horwood, Chichester: 538-548.
- 60 FLUCKIGER, P.F. & A. BECK (1995): Observations on the habitat used for hunting by *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829). *Myotis* 32-33: 121-122.
- 61 RACEY, P.A. & S.M. SWIFT (1985): Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation: 1. Foraging behaviour. *Journal of Animal Ecology* 54: 205-215.
- 62 BACH, L. & I. NIERMANN (2010): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Zwischenbericht 2009. – unpubl. Report to PNE Wind AG: 30 Seiten.
- 63 BOYE, P., C. DENSE & U. RAHMEL (2004): *Myotis dasycneme*. Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz 69(2): 482-489.
- 64 BAS, Y., A. HAQUART, J. TRANCHARD & H. LAGRANGE (2014): Suivi annuel continu de l'activité des Chiroptères sur 10 mâts de mesure : évaluation des facteurs de risque liés à l'éolien. Rencontres nationales «chauves-souris» de la SFEPM, 3 et 4 mars 2012, Bourges. Symbioses N.S. 32: 83-87.
- 65 BEHR, O., R. BRINKMANN, I. NIERMANN & F. KORNER-NIEVERGELT (2011): Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen (Acoustic detection of bat activity at wind turbines). In: BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN ET M. REICH (Eds) : Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (Development of methods to study reduce the collision risk of bats at on-shore wind turbines. *Umwelt und Raum* 4: 177-286.
- 66 BACH, L., P. BACH & K. FREY (2011): Fledermausmonitoring Windpark Timmeler Kampen – Zwischenbericht 2011. – unpubl. report to Landkreis Aurich: 39 pages.
- 67 BACH, L., G. MÄSCHER, C. DENSE, U. RAHMEL, P. BACH, A. ZILZ & R. BÖHME (2011): Fachbeitrag Fledermäuse zum Neubau der A39, Abschnitt 6, Wittlingen (B 244) - Ehra (L 289). - unpubl. report to Planungsgruppe Grün: 202 Seiten.
- 68 BANSE, G. (2010): Ableitung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Windenergieanlagen über biologische Parameter. *Nyctalus* (N.F.) 15 (1): 64-74.
- 69 COURTOIS, J.-Y., D. RIST & G. BEUNEUX (2011): Les chauves-souris de Corse. Groupe Chiroptères Corse, Ed. Albiana, Ajaccio, 167 Seiten.
- 70 BEUNEUX, G., B. CARRIER, N. CHENAVAL, J-Y. COURTOIS, T. POUPART & D. RIST (2014): Le Murin du Maghreb (*Myotis punicus*) en Corse: un glaneur des prés. *Symbioses* N.S. 32: 1-6.
- 71 GROUPE CHIROPTÈRES CORSE (pers. com.): possible height of commuting flight during radiotracking.
- 72 DE JONG, J. (1994): Habitat use, home-range and activity pattern of the northern bat, *Eptesicus nilsoni*, in a hemiboreal coniferous forest. *Mammalia* 58 (4): 535-548.
- 73 HAARMSMA, A.-J. & D. A. H. TUITERT (2009): An overview and evaluation of methodologies for locating the summer roosts of pond bats (*Myotis dasycneme*) in the Netherlands. *Lutra* 52 (1): 47-64.

Anhang 4: Nachweisbarkeits-Koeffizienten zum Vergleich von Aktivitäts-Indizes

Die folgende Tabelle (nach BARATAUD 2015) ist ein Beispiel für Aktivitätsindizes, die angewendet werden können. Aktivitätsindizes (üblicherweise die Anzahl von Kontakten pro Zeiteinheit) stammen im allgemeinen aus

Studien vor dem Bau und werden von Windenergie-Bauträgern benötigt, um die Risiken ihres Projekts einzuschätzen. Aber die Anzahl der Fledermauskontakte/Stunde kann nur zwischen den Arten verglichen werden, die

ähnliche Rufintensitäten haben. Die Wahrscheinlichkeit eines Kontaktes mit einer leise rufenden Art (z.B. *R. hipposideros*) ist geringer als mit einer sehr laut rufenden Art (z.B. *Nyctalus* spp.). Unterschiedliche Reichweiten

eines Signals hängen auch von verschiedenen Parametern ab, die einen Vergleich noch schwieriger machen. Um einen Vergleich zu ermöglichen wurden Fledermäuse deshalb gemäß ihrer ansteigenden Ruflautstärke geordnet. Ein Nachweisbarkeits-Koeffizient, basierend auf der maximalen Reichweite der Nachweisbarkeit, wurde für drei verschiedene Beobachtungsstandorte (offene Landschaft, offene und halboffene Landschaft, Wald) berechnet. Wenn dieser Koeffizient auf die Anzahl der Kontakte oder Indizes pro Art angewandt wird, ist ein Vergleich der Aktivität zwischen Arten und Artengruppen möglich. Für weitere Details siehe BARATAUD 2015.

Offene Landschaft			
Intensität der Rufe	Arten	Entfernung der Erfassung (m)	Nachweisbarkeitskoeffizient
sehr niedrig bis niedrig	<i>R. hipposideros</i>	5	5,00
	<i>R. ferr./eur./meh.</i>	10	2,50
	<i>M. emarginatus</i>	10	2,50
	<i>M. alcathoe</i>	10	2,50
	<i>M. mystacinus</i>	10	2,50
	<i>M. brandtii</i>	10	2,50
	<i>M. daubentonii</i>	15	1,67
	<i>M. nattereri</i>	15	1,67
	<i>M. bechsteinii</i>	15	1,67
	<i>B. barbastellus</i>	15	1,67
mittel	<i>M. blythii</i>	20	1,25
	<i>M. myotis</i>	20	1,25
	<i>P. pygmaeus</i>	25	1,00
	<i>P. pipistrellus</i>	30	0,83
	<i>P. kuhlii</i>	30	0,83
	<i>P. nathusii</i>	30	0,83
	<i>M. schreibersii</i>	30	0,83
hoch	<i>H. savii</i>	40	0,63
	<i>E. serotinus</i>	40	0,63
	<i>Plecotus</i> spp.	40	0,63
sehr hoch	<i>E. nilssonii</i>	50	0,50
	<i>E. isabellinus</i>	50	0,50
	<i>V. murinus</i>	50	0,50
	<i>N. leisleri</i>	80	0,31
	<i>N. noctula</i>	100	0,25
	<i>T. teniotis</i>	150	0,17
	<i>N. lasiopterus</i>	150	0,17

Offene und halboffene Landschaft			
Intensität der Rufe	Arten	Entfernung der Erfassung (m)	Nachweisbarkeitskoeffizient
sehr niedrig bis niedrig	<i>R. hipposideros</i>	5	5,00
	<i>R. ferr./eur./meh.</i>	10	2,50
	<i>M. emarginatus</i>	10	2,50
	<i>M. alcathoe</i>	10	2,50
	<i>M. mystacinus</i>	10	2,50
	<i>M. brandtii</i>	10	2,50
	<i>M. daubentonii</i>	15	1,67
	<i>M. nattereri</i>	15	1,67
	<i>M. bechsteinii</i>	15	1,67
	<i>B. barbastellus</i>	15	1,67
mittel	<i>M. blythii</i>	20	1,25
	<i>M. myotis</i>	20	1,25
	<i>Plecotus</i> spp.	20	1,25
	<i>P. pygmaeus</i>	25	1,00
	<i>P. pipistrellus</i>	25	1,00
	<i>P. kuhlii</i>	25	1,00
	<i>P. nathusii</i>	25	1,00
	<i>M. schreibersii</i>	30	0,83
hoch	<i>H. savii</i>	40	0,63
	<i>E. serotinus</i>	40	0,63
sehr hoch	<i>E. nilssonii</i>	50	0,50
	<i>E. isabellinus</i>	50	0,50
	<i>V. murinus</i>	50	0,50
	<i>N. leisleri</i>	80	0,31
	<i>N. noctula</i>	100	0,25
	<i>T. teniotis</i>	150	0,17
	<i>N. lasiopterus</i>	150	0,17

Wald (Unterholz)			
Intensität der Rufe	Arten	Entfernung der Erfassung (m)	Nachweisbarkeitskoeffizient
sehr niedrig bis niedrig	<i>R. hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Plecotus</i> spp.	5	5,00
	<i>M. emarginatus</i>	8	3,13
	<i>M. nattereri</i>	8	3,13
	<i>R. ferr./eur./meh.</i>	10	2,50
	<i>M. alcathoe</i>	10	2,50
	<i>M. mystacinus</i>	10	2,50
	<i>M. brandtii</i>	10	2,50
	<i>M. daubentonii</i>	10	2,50
	<i>M. bechsteinii</i>	10	2,50
	<i>B. barbastellus</i>	15	1,67
	<i>M. oxygnathus</i>	15	1,67
	<i>M. myotis</i>	15	1,67
mittel	<i>P. pygmaeus</i>	25	1,00
	<i>M. schreibersii</i>	25	1,00
	<i>P. pipistrellus</i>	25	1,00
	<i>P. kuhlii</i>	25	1,00
	<i>P. nathusii</i>	25	1,00
hoch	<i>H. savii</i>	30	0,83
	<i>E. serotinus</i>	30	0,83
sehr hoch	<i>E. nilssonii</i>	50	0,50
	<i>E. isabellinus</i>	50	0,50
	<i>V. murinus</i>	50	0,50
	<i>N. leisleri</i>	80	0,31
	<i>N. noctula</i>	100	0,25
	<i>T. teniotis</i>	150	0,17
	<i>N. lasiopterus</i>	150	0,17

Literatur

BARATAUD, M. (2015) : *Acoustic ecology of European Bats. Species Identification, Study of their Habitats and Foraging Behaviour.* 352 S.