



Das Lebensministerium



Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006

Naturschutz und Landschaftspflege

Freistaat  Sachsen

Landesamt für Umwelt und Geologie

Impressum

Naturschutz und Landschaftspflege

Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006

Titelbild:

Windenergieanlage im Mittleren Erzgebirge
Foto: Dipl.-Biol. Kareen Seiche

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden
E-Mail: Abteilung4.LfUG@smul.sachsen.de (kein Zugang
für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte
elektronische Dokumente)

Bundesverband WindEnergie e. V. (BWE)
Herrenteichstraße 1, 49074 Osnabrück

Vereinigung zur Förderung der Nutzung erneuerbarer
Energien e. V. (VEE Sachsen e. V.)

Autoren:

Dipl.-Biol. Kareen Seiche
Zschierener Elbstr. 8, 01259 Dresden

Dipl.-Biol. Peter Endl
Mörikestr. 11, 70794 Filderstadt

Marta Lein
Berthelstr. 2, 01445 Radebeul

Redaktion:

Abteilung Natur, Landschaft, Boden

Redaktionsschluss:

November 2007

Hinweis:

Diese Veröffentlichung wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit
des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG)
herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von
Wahlhelfern im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung
verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer
bevorstehenden Wahl darf die Veröffentlichung nicht in einer
Weise verwendet werden, die als Parteinahme des Landesamtes
zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden kann. Den
Parteien ist es gestattet, die Veröffentlichung zur Unterrichtung
ihrer Mitglieder zu verwenden.

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte,
auch die des Nachdrucks von Auszügen und der fotomechanischen
Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.

Februar 2008

Artikelnummer: L V-2/33

Diese Veröffentlichung ist als Download unter
www.smul.sachsen.de/lfug verfügbar.



Naturschutz und Landschaftspflege

Fledermäuse und Windenergieanlagen

in Sachsen 2006

Bearbeitung

Projektleitung: Kareen Seiche (Dipl.-Biologin)

Bearbeitung:

Kareen Seiche (Dipl.-Biologin)

Peter Endl (Dipl.-Biologe)

Marta Lein (Landschaftsarchitektur/ Studentin)

Claudia Balzke (Ing. Landschaftsplanerin/ FH)

Daphna Zieschang (Dipl.-Biologin)

Katharina Lohmann (Ing. Landschaftsplanerin/ FH)

Felix Heubaum (Forstwissenschaften/ Student)

Hanna Toczec (Ing. Landschaftsplanerin/ FH)

Projektbegleitende Arbeitsgruppe:

Dr. U. Zöphel (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie)

F. Förster (Regierungspräsidium Dresden, Umweltfachbereich)

C.- D. Keck (BWE, Landesverband Sachsen)

K. Mann (BWE, Landesverband Sachsen)

Dr. Matthäi (VEE Sachsen e.V.)

C. Döring (WSB Projekt GmbH)

M. Schubert (EST Spezial- Technik GmbH)

B. Weigel (Boreas Projekt GmbH)

Totfundsuche im Gelände:

C. Balzke, R. Baum, M. Bemman, E. Berrutea, Hr. Geier, C. Gerlach, Fam. Hebold, S. Keller, Hr. Kleemann, M. Kleemann, J. Knott, R. Kochwatsch, Fr. Kotte, A. Krause, M. Lein, K. Lohmann, W. Poick, P. Rivera, H. Rothmann, K. Schelske, I. Schöche, G. Schröder, K. Seiche, Hr. Wenzel, A. Woiton, U. Woiton, D. Zieschang, Hr. Zinn

Gefördert durch:

Freistaat Sachsen, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE)

Vereinigung zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien e.V. (VEE Sachsen e.V.)

sowie folgende Firmen:

Boreas Projekt GmbH

Conergy Services GmbH

Denker & Wulf AG

EFI Energy Farming International AG

EnerSys GmbH

ENOVA Energiesysteme GmbH

EST Spezial- Technik GmbH

GAMESA Energie Deutschland GmbH

Gamesa Wind GmbH

GEWI Planungs- und Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG

Kloss New Energy GmbH

Maslaton Rechtsanwaltsgesellschaft mbH

meridian Neue Energien GmbH

NATENCO Naturel Energy Corporation GmbH Sachsen LB

U-K-A Umweltgerechte Kraftanlagen-

Freudenberg GmbH & Co.KG

Windkraft Unger GmbH

Windpark Saar GmbH

Windstromer Gesellschaft für Erneuerbare

Energien mbH & Co.KG

WSB Projekt GmbH

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	6
1 Einleitung und Fragestellung.....	6
1.1 Einleitung	7
1.2 Rechtliche Grundlagen	7
1.2.1 Fledermäuse	7
1.2.2 Erneuerbare Energien	8
1.3 Anlass der Studie	8
1.3.1 Windenergie in Sachsen.....	8
1.3.2 Windenergie und Fledermäuse.....	9
1.4 Zielstellung des Projektes	9
2 Wissensstand zur Problematik Fledermäuse und Windenergie	10
2.1 Nordamerikanische und schwedische Forschungsergebnisse.....	10
2.2 Ergebnisse von Untersuchungen aus Deutschland.....	11
2.2.1 Totfundstatistik Deutschland.....	11
2.2.2 Baden- Württemberg	12
2.2.3 Brandenburg	12
2.2.4 Oberlausitz/Sachsen.....	12
3 Methoden	13
3.1 Auswahl der Windparks	13
3.2 Totfundsuche	14
3.3 Abtragsrate	15
3.4 Sucheeffizienz.....	15
3.5 Kartierung der Flächennutzung um die WEA und Gehölzabstand der WEA	15
3.6 Untersuchung der Totfunde	15
3.7 Detektorbegehungen und Horchkisten	15
3.8 Altdatenrecherche	16
4 Ergebnisse	17
4.1 Artenspektrum, Geschlecht und Alter	17
4.1.1 Artenspektrum.....	17
4.1.2 Geschlechterverhältnis und Alter.....	21
4.2 Monatliche Verteilung der Totfunde	22
4.3 Naturräumliche Verteilung der Totfunde	24
4.4 Höhenlage und Totfundrate	28
4.5 Fundorte in Bezug zum Mastfuß.....	29
4.6 Verletzungen und Zustand der gefundenen Fledermäuse	30
4.7 Einflussfaktoren auf die Auffindbarkeit der toten Fledermäuse	31
4.7.1 Abtrag durch Prädatoren	31
4.7.2 Sucheeffizienz der Kartierer	32
4.7.3 Flächennutzung	32

4.8	Gehölznähe der WEA und Totfunde	33
4.8.1	Datenbasis	33
4.8.2	Ergebnisse	33
4.9	Wetter und Totfundraten	36
4.9.1	Datenbasis	36
4.9.2	Wetterparameter	37
4.10	Anlagenparameter und Totfundraten	41
4.10.1	Nabenhöhe	41
4.10.2	Rotordurchmesser	42
4.10.3	Niedrigster Rotorflügelpunkt	42
4.10.4	Gesamthöhe der WEA	43
5	Diskussion	44
5.1	Artenspektrum und Status der an den Windenergieanlagen kollidierten Fledermäuse	44
5.2	Monatliche Verteilung der Totfunde	46
5.3	Naturräumliche Verteilung der Totfunde	47
5.4	Verletzungen und Zustand der gefundenen Fledermäuse	48
5.5	Abtrage, Sucheizienz und Flächennutzung unter den WEA	49
5.5.1	Abtrage	49
5.5.2	Sucheizienz	50
5.5.3	Flächennutzung	50
5.6	Einfluss der Gehölznähe	50
5.7	Einfluss von Nachttemperaturen und Windgeschwindigkeiten auf die Totfundrate	51
5.7.1	Nachttemperatur	51
5.7.2	Windgeschwindigkeit	51
5.8	Einfluss von technischen Parametern auf die Totfundrate	52
6	Schlussfolgerungen	53
6.1	Räumliche Konfliktschwerpunkte	53
6.2	Zeitliche Konfliktschwerpunkte im Jahresverlauf	54
6.3	Gehölznähe der WEA	54
6.4	Wahl der Anlagenkonfiguration	54
6.5	Konfliktminderung durch zeitweises Abschalten der WEA	55
6.6	Relevanz der Kollisionsgefahr an WEA auf die Fledermauspopulationen	55
7	Zusammenfassung	56
8	Abkürzungen	60
9	Literatur	61

Vorwort

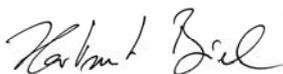
Die Erschließung und Nutzung von alternativen und regenerativen Quellen zur Energieerzeugung ist heute - und auch zukünftig - zu einem notwendigen und unverzichtbaren Bestandteil der Versorgung der Wirtschaft und der ganzen Gesellschaft geworden. Fossile Rohstoffe sind einerseits endlich, andererseits ist ihre energetische Nutzung in erheblichem Maße am folgenschweren Klimawandel auf unserem Planeten verantwortlich. In Deutschland und auch in Sachsen wird dieser Entwicklung schon seit längerer Zeit Rechnung getragen, indem die Anwendung und die Entwicklung alternativer Formen der Energiegewinnung intensiv befördert werden.

Insbesondere die Nutzung der Windenergie ist hierzulande weit fortgeschritten. Ihr Anteil an der Stromerzeugung beträgt in Deutschland mittlerweile 6,34 %, in Sachsen sogar 6,96 %. Wie bei der Einführung jeglicher neuer Technologien, haben sich auch bei der Einrichtung und Betreibung von Windenergieanlagen nicht nur positive Wirkungen gezeigt. Die Auswirkungen auf verschiedene Aspekte der Umwelt und auf das Landschaftsbild sind aufgrund rechtlicher Verpflichtungen zu minimieren und haben teilweise zu kontroversen Debatten in der Öffentlichkeit geführt.

Deshalb wurde im Auftrag und mit Förderung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie, dem Bundesverband WindEnergie e. V. und der Vereinigung zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien e. V. die vorliegende Studie zu „Untersuchungen im Konfliktbereich Fledermäuse und Windenergieanlagen“ in Auftrag gegeben. Der gemeinsame Ansatz von Naturschutz und Windkraftbetreibern ist in Deutschland beispielgebend. Die Studie schafft erstmals durch systematische Erfassung eine Datengrundlage zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Vorkommen der streng geschützten Fledermäuse unter den unterschiedlichen Naturbedingungen eines ganzen Bundeslandes.

Über detaillierte Untersuchungen zu Fledermäusen in verschiedenen Windparks in Sachsen werden in der Studie das Gefährdungspotenzial und die -umstände aufgezeigt, die Konfliktschwere eingeschätzt und Parameter analysiert, die Einfluss auf die Gefährdung von Fledermäusen an Windenergieanlagen haben. Im Ergebnis werden Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Die vorliegende Studie leistet deshalb einen hervorragenden Beitrag für alle diejenigen, die sich mit dem Thema Windkraftanlagen und Einflüsse auf Fledermausvorkommen beschäftigen wollen. Sie hilft Betreibern, Herstellern von Windenergieanlagen, Behörden, einschlägigen Naturwissenschaftlern, Kommunen und nicht zuletzt Naturschützern weitere Ansätze zu finden, um ungünstige Auswirkungen auf Fledermauspopulationen zu vermeiden.



Hartmut Biele
Präsident des Sächsischen Landesamtes
für Umwelt und Geologie



Prof. Dr. Martin Maslaton
Vorsitzender des Landes-
verbandes Sachsen BWE e.V.

1 Einleitung und Fragestellung

1.1 Einleitung

Seit einigen Jahren häufen sich Diskussionen zur Beeinträchtigung der Lebensräume von Mensch und Tier durch die zunehmende Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen (WEA).

So wurden bereits in zahlreichen Studien mögliche Auswirkungen von WEA auf Vögel untersucht (u. a. REICHENBACH 2004; SCHREIBER 2000/2002; STRICKLAND et al. 2001a, b). Bei der Problematik befasste man sich zum einen mit dem Kollisionsrisiko als direkte Auswirkung und zum anderen mit Lebensraumverlusten durch Störung und Vertreibung als indirekte Auswirkung der WEA auf Vögel.

Im Gegensatz zu den Vögeln, die seit längerem in Bezug auf WEA in der Diskussion stehen, ist das Konfliktpotenzial bezüglich Fledermäusen erst in den letzten Jahren in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt. Aus Studien in Amerika und Europa ist bekannt, dass neben Vögeln auch Fledermäuse an WEA verunglücken (AHLEN 2002; BACH 2001; DÜRR & BACH 2004, JOHNSON ET AL. 2000; KEELEY ET AL. 2001). Das erste Fledermauskollisionsopfer an einer WEA in Deutschland wurde im Jahr 1998 nachgewiesen (VIERHAUS 2001). Daraufhin folgten weitere Untersuchungen (u. a. BACH 2001; DÜRR 2002; BACH & RAHMEL 2004; BRINKMANN 2004/2006; BENGSCHE 2006), die zeigten, dass insbesondere Beeinträchtigungen durch Kollisionen der Fledermäuse mit WEA bestehen. Neben diesen direkten Auswirkungen der WEA auf Fledermäuse werden indirekte Wirkungen durch Verstellen eines Flugkorridors, Entwertung von Jagdhabitaten und Meidungsverhalten der Fledermäuse gegenüber den WEA angenommen. Das Jagdverhalten der einzelnen Fledermausarten wird bei der Einschätzung des

Gefährdungspotenzials als ein wesentliches Kriterium angesehen.

Es wird davon ausgegangen, dass letale Auswirkungen, insbesondere Kollisionen von Fledermäusen mit WEA, wesentlich stärkeren Einfluss auf die Populationen haben können, als non-letale Auswirkungen wie Störungen, Verdrängungen oder Habitatverluste, die mit dem Bau oder dem Betrieb der Anlagen einhergehen (vgl. BACH & RAHMEL 2004, BRINKMANN 2004/2006, HÖTKER et al. 2005).

Bislang liegen für Sachsen zwei systematische Studien zur Problematik von WEA und Fledermäusen vor: ENDL et al. 2004 (Untersuchung von 15 Windparks, 5 - 7 Begehungen pro Windpark, 26 Totfunde von Fledermäusen) sowie TRAPP et al. 2002 (Untersuchung des Windparks Puschwitz mit hoher Begehungsintensität von August bis Ende September - 36 Totfunde). Diese Studien liefern räumlich und zeitlich begrenzte Ergebnisse, die erste Ansatzpunkte zu dem Konfliktfeld liefern, aber keine verallgemeinerbaren Aussagen gestatten. Unklar war daher zunächst die Frage, ob die im Windpark Puschwitz nachgewiesene Konfliktsituation in derselben Brisanz in den anderen sächsischen Windparks zu erwarten ist, d. h. ob es sich um ein grundsätzliches, landesweites Artenschutzproblem handelt.

1.2 Rechtliche Grundlagen

1.2.1 Fledermäuse

Fledermäuse gelten nach Bundesnaturschutzgesetz in Verbindung mit Art. 12 ff. der Richtlinie 92/43/EWG (FFH-Richtlinie) als streng geschützte Tierarten. Nach § 42 BNatSchG ist es verboten, deren Nist- [...] und Brutstätten zu beschädigen oder zu zerstören.

Weiterhin ist das Nachstellen, Fangen, Stören [...], Verletzen und Töten der streng geschützten Arten, damit auch sämtlicher Fledermausarten, verboten. Die Umsetzung der Schutzvorschriften des Art. 12 ff. FFH-RL erfolgt im unmittelbar geltenden §§ 42, 43 BNatSchG. Die §§ 42, 43 BNatSchG gelten nach § 11 BNatSchG in den Ländern direkt. Die Umsetzung in Länderrecht erfolgte in Sachsen nach § 25 SächsNatSchG. Alle heimischen Fledermausarten sind Bestandteil des Anhangs IV der Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen vom 21.05.1992 (FFH-Richtlinie), mehrere Arten sind darüber hinaus im Anhang II derselben Richtlinie aufgeführt.

Mehrere internationale Abkommen regeln den Schutz der heimischen Fledermausarten. Im EUROBATS-Abkommen zur Erhaltung der Fledermäuse in Europa (Regionalabkommen im Rahmen der Bonner Konvention), (29.04.1992) verpflichten sich die Vertragsparteien u. a. zum Individuen-, Lebensstätten- und Lebensraumschutz bei gleichzeitiger Durchführung geeigneter Maßnahmen zur Förderung der Erhaltung der Fledermäuse und Maßnahmen zum Schutz bedrohter Fledermauspopulationen. Die aktuelle Resolution 5.6 „Wind Turbines and Bat Populations“ (2006) gibt Empfehlungen für den Planungsprozess und das Monitoring sowie den Forschungsbedarf. Die Berner Konvention als Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (01.04.1985) regelt den Habitat- und Artenschutz von Pflanzen- und Tierarten, darunter auch der heimischen Fledermausarten.

Die benannten vertragsrechtlichen Verpflichtungen sind in Deutschland umzusetzen und auch bei der Planung von Standorten für die Windenergie zu beachten.

1.2.2 Erneuerbare Energien

Vor dem Hintergrund einer starken Abhängigkeit von importierten fossilen Energieträgern sowie auf Grund einer hohen Nachfrage aus Gründen des Klimaschutzes, hat sich die EU - neben der Verbesserung der Energieeffizienz - den verstärkten Ausbau der Erneuerbaren Energien zum Ziel gesetzt. Die Richtlinie 2001/77/EC vom September 2001 ist die Grundlage für den Ausbau der Erneuerbaren Energien im Strombereich. Die EU hat für das Jahr 2010 Ausbauziele definiert, mit denen der Anteil an Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung 22 % und am Gesamtenergieverbrauch 12 % in der EU betragen soll.

Die Bundesrepublik will die Gefahren der Atomkraft reduzieren und die Vereinbarungen von Kyoto und die EU-Richtlinien mit einer Energiewende erfüllen. 2050 sollen laut Energiepolitischer Agenda 2010 der Bundesrepublik die Erneuerbaren Energien die Hälfte des Stromverbrauches liefern. Dabei kommt der Windenergie eine besondere Bedeutung zu: 2025 sollen Windparks 25 % des Stromverbrauches in Deutschland abdecken.

Im Sächsischen Klimaschutzprogramm ist als umweltpolitisches Ziel verankert, dass 5 % des Endenergieverbrauches bis 2010 aus erneuerbaren Energien stammen soll. 2006 lag dieser Anteil bei ca. 4,8 % (Quelle: Energieeffizienz-zentrum, LfUG 2006).

Vor diesem Hintergrund sind die Bestrebungen zum weiteren Ausbau der Windenergie in Sachsen einzuordnen.

1.3 Anlass der Studie

1.3.1 Windenergie in Sachsen

Der erste Windpark in Sachsen wurde am 1. Juli 1992 auf dem Hirtstein bei Marienberg im Ortsteil Satzung in Betrieb genommen.

Dieser Windpark bestand aus zwei Anlagen mit jeweils 250 KW und 30 Meter Nabenhöhe, zwei Anlagen mit je 225 KW und 31,5 Meter

Nabenhöhe sowie einer Anlage mit nur 75 KW und 36 Meter Nabenhöhe. Seit diesem Zeitpunkt erfolgte eine rapide Entwicklung der Windenergie in Sachsen.

Derzeit sind mindestens 735 WEA in Sachsen am Netz mit einer Leistung von insgesamt 763,5 MW. Etwa 150 weitere Anlagen befinden sich derzeit in Planung oder Genehmigung. Die größten Anlagen in Sachsen hatten bisher eine Nennleistung von 2000 KW. In der Neißeau wurden die ersten drei Anlagen mit mehr als 2000 KW errichtet. Diese drei Anlagen haben eine Nabenhöhe von 103 Metern, einen Rotordurchmesser von 93 Metern und eine Nennleistung von 2500 KW. Infolge des Repowerings wird die Anlagenzahl in Sachsen voraussichtlich nicht weiter ansteigen und evt. sogar zurückgehen, da mehrere kleinere Anlagen mit einer geringeren Leistung durch eine geringere Anzahl größerer Anlagen mit mehr Leistung ersetzt werden.

Eine Übersicht zur Entwicklung der Windenergie in den vergangenen Jahren gibt die folgende Abbildung (Abbildung 1).

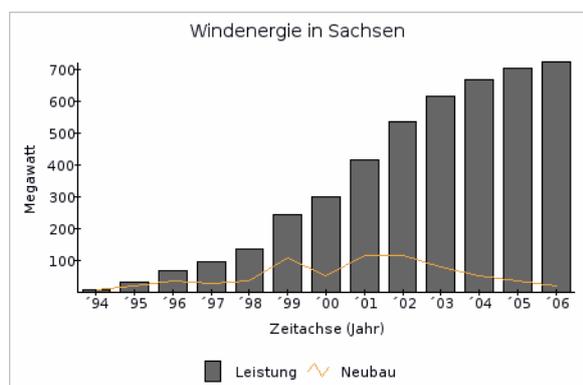


Abbildung 1 Entwicklung der Windenergie in Sachsen von 1994 bis 2006 (Quelle: H.-J. Schlegel, Energieeffizienz-Zentrum Sachsen)

1.3.2 Windenergie und Fledermäuse

Die Untersuchungsergebnisse aus bisherigen Studien und die strengere Umsetzung des Bundesnaturschutzgesetzes in Verbindung mit der FFH – Richtlinie führen zu einer zunehmenden Thematisierung des Fledermaus-

schutzes in den Genehmigungsverfahren für die Planung und Errichtung von WEA.

Für Sachsen wurde im Rahmen von Untersuchungen im Windpark Puschwitz (TRAPP et al. 2002) die Kollisionsgefahr von Fledermäusen an WEA erstmals deutlich. Unklar war, ob es sich dabei um einen Einzelfall oder eher um die Spitze des Eisberges handelte. Aufgrund der Funde zahlreicher Kollisionsopfer im Windpark Puschwitz wurde die Errichtung von weiteren Anlagen im Umfeld aufgrund der nachgewiesenen Gefährdung der besonders und streng geschützten Fledermäuse von der Behörde untersagt und in einem Klageverfahren anschließend bestätigt (VG Dresden, Urteil vom 02.06.2003, 7 K 2583/02).

Durch die zuständigen öffentlich-rechtlichen Genehmigungsbehörden werden mittlerweile in Sachsen generell weitgreifende Regelungen im Sinne eines vorbeugenden Artenschutzes beauftragt.

Vor diesem Hintergrund entstand die Idee zu einem Projekt zur Untersuchung der Problemsituation, welches von Fachleuten des Naturschutzes (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Regierungspräsidium Dresden/ Umweltfachbereich), der Vereinigung zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien e. V. (VEE Sachsen e. V.) und dem Bundesverband WindEnergie e. V. (BWE) gemeinsam getragen wird.

1.4 Zielstellung des Projektes

Über detaillierte Untersuchungen zu Fledermäusen in verschiedenen Windparks in Sachsen sollte das Gefährdungspotenzial, die Gefährdungsumstände und Möglichkeiten zur Lösung und Vermeidung von Konflikten aufgezeigt werden. Ein wesentliches Ziel bestand darin, verallgemeinerbare Aussagen zur Gefährdung und Konfliktminderung von Fledermäusen an Windenergieanlagen in

Sachsen zu treffen. Dies setzte einen hohen Untersuchungsumfang und eine repräsentative Auswahl der zu untersuchenden Standorte nach Naturraum, klimatischen Bedingungen und Anlagentypen voraus.

Die Zielsetzung des Projektes beinhaltet zwei Schwerpunkte:

a) Sammlung von Informationen im landesweiten Maßstab zur Einschätzung der Konfliktschwere.

- Welche Fledermausarten sind betroffen- alle 19 sächsischen Arten oder nur bestimmte Arten auf Grund einer bestimmten Jagdstrategie, Habitatpräferenz etc.
- Räumlich- zeitliche Konfliktschwerpunkte in Sachsen: gibt es Unterschiede bezüglich des Landschaftsraumes und lassen sich Zeiträume erkennen, in denen das Gefährdungspotenzial besonders hoch ist.

b) Der zweite Schwerpunkt der Arbeit bestand in der Analyse von Parametern, die Einfluss auf das Gefährdungspotenzial von Fledermäusen an WEA haben können:

- naturräumliche Situation (Lage des Windparks im Landschaftsraum, Gehölzabstand der WEA)
- Wetterbedingungen (Windgeschwindigkeiten, Temperatur) und
- Anlagenparameter (Nabenhöhe, Rotordurchmesser etc.).
- Vergleich der Kollisionsgefahr von Fledermäusen an WEA mit der Kollisionsgefahr an Türmen

Es wurde die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur Planung von Windenergieanlagen unter dem Aspekt des Fledermausschutzes angestrebt, z. B.: Gibt es fledermausfreundliche Anlagentypen betreff Nabenhöhe, Rotorlänge und Gestaltung der

WEA? Wie sollte eine zeitliche Abschaltung der Anlagen in Hauptgefährdungszeiten für Fledermäuse (in Sachsen schon vielfach beauftragt) gestaltet werden unter Berücksichtigung klimatischer Faktoren und des nächtlichen Aktivitätsmusters der Fledermäuse.

2 Wissensstand zur Problematik Fledermäuse und Windenergie

Der nachfolgende Literaturüberblick erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, spiegelt aber den Wissensstand zur Problematik im Wesentlichen wieder.

2.1 Nordamerikanische und schwedische Forschungsergebnisse

In den USA wurde eine umfangreiche Studie zu Einflüssen von WEA auf Vögel und Fledermäuse publiziert (ERICKSON et al. 2002), die Ergebnisse von Untersuchungen an insgesamt sechs Standorten zusammenfasst. Dies erfolgte vor dem Hintergrund von Bestrebungen, die Windenergie in den kommenden Jahren stark zu fördern und eine Vielzahl neuer WEA-Standorte zu errichten.

Deutlich wurde, dass keine Mortalität von ortsansässigen Fledermäusen durch Kollisionen mit WEA im Reproduktionszeitraum nachweisbar war, obwohl etliche Wochenstuben in der Nähe von WEA lagen. In einigen Windparks wurden jagende Fledermäuse sogar zwischen den sich drehenden Rotorblättern beobachtet, ohne dass es zu Unfällen kam.

In einigen Fallbeispielen zeigte sich, dass WEA mit Positionsbeleuchtung Insekten anziehen und damit auch Fledermäuse, so dass die Wahrscheinlichkeit einer erhöhten Kollisionsgefahr gegeben sein könnte. Der Nachweis einer erhöhten Mortalität von Fledermäusen an WEA

mit Positionsbeleuchtung wurde jedoch nicht erbracht.

Im Gegensatz zu ortsansässigen Arten sind wandernde Arten im Spätsommer und Herbst stärker gefährdet. An einem Standort in Buffalo Ridge wurden von 1994 bis 2001 362 tote Fledermäuse gefunden. 90 % aller Totfunde erfolgten von Mitte Juli bis Mitte September, davon über 50 % im August. Von 43 in den USA vorkommenden Fledermausarten waren nur 6 Arten betroffen.

Ein Zusammenhang zwischen den mit Bat-Detektor festgestellten Fledermausaktivitäten und der Mortalität an konkreten Standorten war nicht nachweisbar. Dies wird darauf zurückgeführt, dass etliche der betroffenen wandernden Arten ohne Echolot fliegen oder sich durch die Flughöhe dem Detektornachweis entziehen. Die Ursachen der Unfälle von Fledermäusen an WEA sind nicht endgültig abgeklärt. Die meisten Unfälle von Fledermäusen an anthropogenen Strukturen, wie z. B. Funktürme, Hochhäuser usw., scheinen auch wetterabhängig zu sein. An vielen Gebäuden sind Totfunde von Fledermäusen belegt, v. a. auch wandernde Arten betreffend, und vorwiegend bei ungünstiger Witterung. Einen erheblichen Einfluss auf die Anzahl der wandernden Fledermäuse an einem Standort besitzen die Gegebenheiten im Gelände. Besonders hoch ist die Anzahl durchziehender Exemplare/ Nacht an Flüssen und in Teichlandschaften (v. a. *Myotis*-Arten). Insgesamt wird in der amerikanischen Studie festgestellt, dass eine Auswirkung auf Populationsebene nicht vorliegt, allerdings der Effekt auf die wandernden, nicht ortsansässigen Arten über viele Jahre hinweg noch ungeklärt ist. Bei einem verstärkten Ausbau der WEA wird allerdings ein Effekt auf Fledermauspopulationen befürchtet.

Eine neue Studie über Fledermausverluste in zwei Windparks (Pennsylvania und West

Virginia) untersucht die Abhängigkeit der Fledermausverluste von den Wetterbedingungen (ARNETT et al. 2005). Es zeigte sich, dass die höchste Todesrate bei schwachem Wind zu verzeichnen ist, insbesondere auch vor und nach Sturmfronten.

Zu beachten ist beim Vergleich der amerikanischen Studien mit der Gefährdungssituation von Fledermäusen in Europa, dass es sich um ein unterschiedliches Artenspektrum handelt und somit Untersuchungsergebnisse nicht direkt übertragen werden können.

In Schweden wurde eine Pilotstudie an mehreren größeren Windparks mit insgesamt 160 WEA in der Küstenregion vom 24. August bis 10. Oktober 2002 durchgeführt. Dabei wurden 17 tote Fledermäuse (6 Arten) registriert (AHLEN 2002). Bei den betroffenen Arten ergab sich folgende Zusammensetzung in der Anzahl der Totfunde: Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) - 8 Ex., Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) - 5 Ex., Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*), Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*), Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*) - je ein Exemplar. Damit handelte es sich bei ca. der Hälfte um ortsansässige Arten und bei der anderen Hälfte um wandernde Arten. Zu beachten ist aber auch bei den als ortsansässig aufgeführten Arten der Untersuchungszeitraum außerhalb der Wochenstubezeit.

2.2 Ergebnisse von Untersuchungen aus Deutschland

2.2.1 Totfundstatistik Deutschland

Deutschlandweit werden vom Landesumweltamt Brandenburg die Daten zu Kollisionsopfern (Vögel, Fledermäuse) gesammelt (T. DÜRR, Juni 2007). An der Spitze steht bei den Fledermäusen

mit 243 Totfunden der Abendsegler, gefolgt von Zwergfledermaus (170 Totfunde) und Flughautfledermaus (159 Totfunde). Alle anderen Fledermausarten sind deutlich geringer vertreten: Kleiner Abendsegler mit 35 Totfunden, Zweifarbfledermaus mit 27 Totfunden, Breitflügel-fledermaus mit 17 und Mückenfledermaus mit 13 Totfunden. Für alle anderen Arten liegen nur vereinzelte Totfunde vor (< 10).

2.2.2 Baden- Württemberg

Im Regierungsbezirk Freiburg/Baden-Württemberg wurden 2004 und 2005 systematische Totfundsuchen in Windparks vorgenommen: BEHR & HELVERSEN (2005), BEHR & HELVERSEN (2006), BRINKMANN et al. (2006). Die meisten Kollisionsopfer wurden Ende Juli bis Anfang September registriert. Anlagen im Wald wiesen die höchsten Mortalitätsraten auf. Differenzierung in Bezug auf den Anlagentyp (Nabenhöhe, Rotorlänge) waren nicht erkennbar. Es wurde neben der Totfundsuche mit Wärmebildkameras gearbeitet, um das Verhalten der Fledermäuse an den WEA beobachten zu können. Die wärmeoptischen Beobachtungen stützen die Hypothese, wonach die Aktivität von Fledermäusen bei höheren Windgeschwindigkeiten abnimmt. Eine leichte Häufung von Aktivitäten erscheint im Bereich von 3,5 - 7,5 m/s. Oberhalb 7,5 m/s wurden deutlich weniger Aktivitäten registriert, als erwartet.

2.2.3 Brandenburg

Im Rahmen einer Studienbelegarbeit wurden in Brandenburg 126 WEA in 22 Windparks vom 22.8.- 22.10.2005 untersucht (BENGSCH 2006). Im Ergebnis wurden 47 tote Fledermäuse gefunden, darunter zu 38 % Abendsegler, 36 % Flughautfledermaus, 21 % Zwergfledermaus und 4 % Zweifarbfledermäuse. Die höchste Totfundrate zeigte sich bei einer Gesamthöhe der Anlagen von 111 - 120 m. Der Abendsegler war v. a. bei

einer Gesamthöhe von 131 - 140 m betroffen, bei 141 - 150 m dann jedoch kaum noch. Die Aussagen in der Studie bezüglich Mortalitätsrate und den technischen Anlagenparametern müssen jedoch auf Grund der zu geringen Datenbasis als ungesichert betrachtet werden.

Die Auswertung der Totfundrate in Bezug auf Gehölznähe ergab die höchste Totfundrate bei einem Abstand bis zu 40 m (24 Tiere). Zwergfledermäuse wurden jedoch auch noch bei einer Entfernung von bis zu 400 m zwischen Mastfuß und Gehölzen aufgefunden.

2.2.4 Oberlausitz/ Sachsen

Seit August 2002 erfolgen in der Oberlausitz im Auftrag des Staatlichen Umweltfachamtes Bautzen Untersuchungen zu Fledermausverlusten an ausgewählten WEA (ENDL et al. 2004). Hierbei zeigte sich, dass in einem Gebiet gehäuft Totfunde von Fledermäusen auftraten. Dabei handelte es sich um den Windpark Puschwitz mit 10 WEA auf 78 ha. Der Windpark ist seit Mai 2002 in Betrieb. Vom 18.8. bis 10.10.2002 wurde täglich in einem Radius von 50 m um die WEA nach verunglückten Tieren gesucht. Insgesamt wurden 34 Fledermäuse gefunden. Die Artenzusammensetzung sah dabei folgendermaßen aus: Abendsegler (*Nyctalus noctula*) - 12 Ex., Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) - 10 Ex., Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) - 6 Ex., Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) - 3 Ex., Kleiner Abendsegler - 1 Ex. und zwei nicht mehr zu identifizierende Exemplare. Nach vorläufiger Einschätzung handelt es sich bei den Totfunden um ziehende Fledermäuse. Auf Grund des relativ guten Zustandes der Fledermäuse wird geschlossen, dass es keine direkte Kollision mit den Rotorblättern gab. Etwa die Hälfte der Tiere wies Flügelfrakturen auf.

Im September 2003 erfolgte an insgesamt acht Standorten mit 59 WEA in den Landkreisen

Kamenz, Meißen, Bautzen und Niederschlesischer Oberlausitzkreis eine Kartierung von Totfunden. Ausgewertet wurden weiterhin 2 weitere Standorte mit insgesamt 19 Anlagen, die im Rahmen parallel laufender Untersuchungen erfasst wurden (STUFA BAUTZEN 2003). Insgesamt wurden im Rahmen dieser Erhebungen vier Fledermausarten in insgesamt 14 Exemplaren nachgewiesen. Bei den nachgewiesenen Arten handelt es sich um Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*), Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*) und Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*). Insgesamt wies wiederum das Windfeld in Puschwitz mit fünf Totfunden die höchste Nachweisdichte auf, gefolgt von Melaune und Ludwigsdorf (Niederschlesischer Oberlausitzkreis) mit je drei Tieren. In Großhähnchen (Kreis Bautzen) wurden zwei Tiere gefunden, in Thonberg (Kreis Kamenz) eines. An drei Standorten wurden keine Totfunde nachgewiesen. Anhand der Nachweisdaten ist noch keine gesicherte Aussage zu unterschiedlichen Gefährdungspotenzialen möglich, es zeichnet sich aber eine höhere Verlustrate mit steigendem Gehölzreichtum in der unmittelbaren Umgebung, vor allem bezüglich der Waldnähe (einschließlich von größeren Feldgehölzen), ab.

2004 erfolgten umfangreiche Untersuchungen im Bereich der Staatlichen Umweltfachämter Bautzen und Radebeul (ENDL et al. 2004). Es erfolgte eine Erfassung der Fledermäuse in den Windparks, Beobachtungen zum Jagdverhalten sowie eine Totfundsuche. Zur Wochenstubenzeit war in den Windparks selber nur eine geringe Individuendichte nachweisbar, die Nachweise konzentrierten sich auf die Ortschaften. Detektorbegehungen mit gleichzeitiger Sichtung der Art belegten ein überwiegend strukturgebundenes Fliegen. Nach der Totfundsuche (26 Totfunde) ergibt sich die höchste

Gefährdungsintensität zwischen Ende Juli und Anfang August. ENDL et al. 2004 untersuchten weiterhin den Zusammenhang zwischen Totfunden von Flughautmäusen und dem Waldabstand der WEA. Die Anlagen mit Totfunden der Zwergfledermaus befanden sich fast vollständig in einem minimalen Waldabstand von ca. 50 m. Es gab jedoch auch eine Ausnahme: im Windpark Bayerhöhe wurde eine tote Flughautfledermaus an einer WEA mit einem Waldabstand von ca. 370 m gefunden. ENDL et al. 2004 konnten für Flughautfledermaus (im Gegensatz zu DÜRR 2002) und Abendsegler keine Häufung von Totfunden in Waldnähe feststellen. In Bezug auf die Artenverteilung bei den Totfunden in Sachsen geben ENDL et al. folgende Daten an: Flughautfledermaus - 35,6 %, Abendsegler - 31,1 %, Zwergfledermaus 11,4 %.

3 Methoden

3.1 Auswahl der Windparks

Im Rahmen der Studie fanden Untersuchungen in insgesamt 24 Windparks mit 137 WEA statt. Von zwei weiteren sächsischen Windparks mit insgesamt acht WEA wurden die Ergebnisse beauftragter Totfundsuchen im Rahmen von Monitoringprogrammen ergänzend mit ausgewertet. Insgesamt wurden daher 26 Windparks mit 145 WEA untersucht. Dies entspricht ca. 21 % der in Sachsen bestehenden WEA.

Die zu untersuchenden Windparks wurden nach Naturraum (MANNSFELD UND RICHTER 1995), klimatischen Bedingungen, standörtlichen Gegebenheiten, Anlagenzahl und Anlagentyp (Nabenhöhe, Rotordurchmesser) ausgesucht. Vorrangig bei der Auswahl der Untersuchungsstandorte war die mögliche Ableitung von repräsentativen und verallgemeinerbaren Aussagen.

Naturräumlich wurden demnach sowohl reine Agrarlandschaften im Flachland, als auch Standorte auf Bergkuppen im Mittelgebirge (max. 800 Höhenmeter) einbezogen. Windparks in größeren, für Fledermäuse wertvollen Waldbereichen wurden in Sachsen bislang nicht errichtet, so dass diese konfliktträchtige Situation auch nicht untersucht wurde. Von 23 sächsischen Naturräumen nach MANNSFELD & RICHTER (2005) befinden sich in sechs Gebieten keine bzw. nur eine WEA. Von den verbleibenden 17 Naturräumen mit WEA wurden 11 im Rahmen der Untersuchung berücksichtigt, wobei darauf geachtet wurde, dass alle wesentlichen naturräumlichen Ausprägungen vertreten sind: Sächsisch-Niederlausitzer Heide-land, Sächsische Lössgefilde sowie das Sächsische Bergland und Mittelgebirge. Bei der Auswahl wurde weiterhin auf die Einbeziehung unterschiedlicher WEA-Typen in die Studie geachtet. Es wurden WEA mit den verschiedensten Nabenhöhen und Rotordurchmessern einbezogen.

3.2 Totfundsuche

Die umfangreichen Untersuchungen zu Fledermäusen in 26 sächsischen Windparks mit insgesamt 145 Anlagen setzten die Zusammenarbeit von Fachleuten des Naturschutzes und Windparkbetreibern voraus. Um die große Anzahl von Anlagen kontinuierlich über den Zeitraum Mitte Mai bis Ende September kontrollieren zu können, war die Mithilfe von insgesamt 27 Personen (freie Mitarbeiter, Studenten, ehrenamtliche Naturschützer) notwendig.

Die Totfundsuche erfolgte nach standardisierten Methoden. Die WEA wurden bei den Begehungen vom Mastfuß ausgehend spiralförmig und streifenförmig (1 - 2 m Streifen) abgesucht, bis der Rotorradius zzgl. 25 % der jeweiligen Anlage erreicht war. Flächen mit sehr

hoher Vegetationsdichte (z. B. Getreide ab einer Aufwuchshöhe von ca. 60 – 70 cm, dichte Hochstaudenflächen, dichtes Kiefernstangenholz) wurden aufgrund zu schlechter Absuchbarkeit bei den Begehungen nicht berücksichtigt. Das Absuchen erfolgte nach Möglichkeit in den frühen Morgenstunden oder am Vormittag. Jeder Totfund einer Fledermaus wurde protokollarisch aufgenommen und die toten Fledermäuse als Belege gesichert. Die Zeitdauer der Suche ist von der Flächennutzung abhängig und nahm ca. 30 Minuten pro Begehung einer Anlage in Anspruch.

Im Zeitraum vom 15. Mai bis 30. September 2006 wurden zwei Begehungen pro Woche an allen Standorten vorgenommen. Darüber hinaus fanden von Anfang August bis Ende September (Herbstzugzeit der Fledermäuse) an zehn ausgewählten Standorten mit insgesamt 65 Anlagen fünf Begehungen pro Woche statt. Diese zehn Standorte wurden so ausgewählt, das möglichst unterschiedliche Naturräume vertreten waren, d. h. sowohl Standorte in ausgeräumten Agrarlandschaften, als auch in Nähe von Waldgebieten, Standorte im Flachland und Standorte im Mittelgebirge. An zwei Standorten (A4, A14) wurde vorzeitig ab 25. Juli mit den intensiven Begehungen begonnen, da sich hier in den warmen und windarmen Sommernächten schon während der zweimaligen Begehungen pro Woche eine hohe Mortalität zeigte.

Auf Wunsch des Bundesverband WindEnergie e. V. wurde neben der Totfundsuche unter den WEA ab August bis Ende September 2-mal wöchentlich eine Totfundsuche unter zwei Türmen durchgeführt. Dabei handelte es sich um einen Sendemast im Naturraum Muskauer Heide und einen Sendemast im Naturraum Mittelsächsisches Lösshügelland. Bei der Auswahl der beiden Türme wurde auf eine

möglichst große Nähe zu einem der intensiv untersuchten Windparks im Sinne einer Vergleichbarkeit Wert gelegt. Diese Suche verlief ergebnislos, d. h. es wurden keine toten Fledermäuse gefunden. Dieser Untersuchungsteil wird daher auch nicht weiter ausgeführt.

3.3 Abtragate

Zur Ermittlung der Abtragate in den Windparks durch Prädatoren wurden in zwölf Windparks Küken ausgelegt (n = 333) und im Zeitraum von sieben Tagen auf Abtrag kontrolliert. Diese Untersuchung fand im Juli und August statt und wurde dann in neun Windparks Mitte bis Ende September wiederholt.

Im September wurden an drei WEA- Standorten neben den Küken tote Fledermäuse ausgelegt (n = 24), um einen Vergleich des Abtrages von Küken und des Abtrages von Fledermäusen zu ermöglichen. Sowohl Küken, als auch Fledermäuse befanden sich zuvor in gefrorenem Zustand.

3.4 Sucheffizienz

Die Sucheffizienz jedes Kartierers wurde ein bis zwei Mal geprüft. Dafür wurden in einem ersten Durchgang im Juli bzw. August Attrappen aus Pappe verwendet. Mit einem Teil der Kartierer erfolgte im September eine zweite Überprüfung der Sucheffizienz, wobei hierfür mumifizierte Fledermäuse (Großes Mausohr) ausgelegt wurden.

3.5 Kartierung der Flächennutzung um die WEA und Gehölzabstand der WEA

Eine Kartierung der Flächennutzung mit Abschätzung der Deckungsgrade der Vegetation wurde im Umfeld (Rotorradius zzgl. 25 %) jeder Windenergieanlage vorgenommen, um den Anteil der absuchbaren Flächen im gewählten Radius

abschätzen zu können. Die Kartierung erfolgte Ende Mai/Anfang Juni 2006, wobei die Deckungsgrade Ende August/Anfang September nochmals abgeschätzt wurden, um den geänderten Verhältnissen (Ernte, Aufwuchs) Rechnung zu tragen.

Die Berechnung der Abstände der WEA zum nächstliegenden Gehölz (zusammenhängende Baumgruppe mit mind. 0,5 ha) erfolgte mit dem Programm ArcViewGIS Version 3.1. Als Grundlage dienten hierbei die Topographischen Karten im Maßstab 1 : 10 000 (TK 10) mit den georeferenzierten Standorten der einzelnen WEA (Daten vom LfUG, Herr Schlegel).

Der Maßstab 1 : 10 000 erlaubt nur grobe Abstandsmessungen. Wenn der Abstand von der WEA zum nächstliegenden Gehölz weniger als 50 Meter betrug, wurde er mittels Metermaßband im Windpark nochmals überprüft, um Ungenauigkeiten zu verringern.

3.6 Untersuchung der Totfunde

Zur Bestimmung von Art, Alter, Geschlecht sowie um Informationen über den Zustand und Status des Schlagopfers zu erhalten, wurden die Fledermäuse von Dr. U. Zöphel (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie) und Dr. D. Heidecke (Institut für Biologie/Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg) begutachtet.

3.7 Detektorbegehungen und Horchkisten

An ausgewählten WEA- Standorten (n = 11) erfolgte eine Erfassung der Fledermausfauna mittels Detektor. Einbezogen wurden neun der intensiv zu bearbeitenden Standorte (A4, A9, A10, A11, A12, A14, B2, B3, B7) und vier weitere Standorte mit extensiven Untersuchungen (A6, A7, B1, C3). Dabei wurden sowohl optische als auch akustische Nachweise erhoben. Verwendet wurden dabei Halogenscheinwerfer und ein hochauflösendes Nachtsichtgerät (ITT Night-

Mariner). Die Begehungen fanden vom 21.05.06 bis 30.09.06 statt. Die Erfassung erfolgte mit Beginn der Abenddämmerung und mindestens bis 24.00 Uhr. Dabei wurden sowohl optische als auch akustische Nachweise dokumentiert. Die Aufnahme der Lautäußerungen erfolgte über den Einsatz eines Fledermausdetektors (Pettersson D240x) mit anschließender Analyse der Rufe (10-fach gedehnt) mittels Pettersson-BatSound-Software.

Der Einsatz von Horchkästen erfolgte in ein bis fünf Nächten begleitend zu den Detektorbegehungen an den Standorten A4, A6, A9, A10, A11, A12, A14, B3, B6, B7 und C3, schwerpunktmäßig im Herbst. Horchkästen erlauben die quantitative Einschätzung der Fledermausaktivitäten an einem Standort. Die Horchkästen bestehen aus einem Fledermaus-Breitband-Frequenzmischerdetektor (Laar TDM 07C) mit einem integrierten Zeitgeber und einem Diktiergerät (Sony M-650V oder Porty Notizbuch). Mit Hilfe dieses Systems können Fledermausaktivitäten in einer definierten Zeiteinheit, hier viertelstündlich, im Verlauf einer Nacht innerhalb des Mikrophonbereichs (0 - ca. 150 m) automatisch aufgezeichnet werden.

Nach Möglichkeit wurden die Horchkästen bei jeder Begehung an demselben Standort innerhalb des Windparks aufgestellt, um Vergleiche zwischen den Standorten ziehen zu können. Diese Zielsetzung konnte jedoch nicht zu allen Begehungsterminen an den Standorten erfüllt werden, da einige der Horchkästen im Verlauf der Nacht aus technischen Gründen ausfielen.



Abbildung 2 Horchkasten mit Diktiergerät und Fledermaus-Breitband-Frequenzmischerdetektor

Fotos: K. Seiche

3.8 Altdatenrecherche

Durch Zufallsfunde und im Rahmen von systematischem Absuchen nach toten Fledermäusen unter WEA in Sachsen wurden von 2002 bis 2005 zahlreiche Totfunde registriert. Diese Totfunde wurden recherchiert und die Daten zu den Windparks (technische Parameter, Gehölzabstände) vervollständigt. Insgesamt liegen im Rahmen dieser Datei 102 Datensätze vor. Diese Daten sind nicht unmittelbar vergleichbar mit den 2006 im Rahmen der Studie erhobenen Daten.

Den Daten für 2006 liegt ein systematischer Begehungsrythmus und eine sachsenweite Verteilung der untersuchten Windparks zu Grunde, so dass eine Auswertung der Totfunde in Bezug auf ihre räumliche und zeitliche

Verteilung möglich ist. Dieser Vergleich verbietet sich bei den Altdaten von 2002-2005, da diese v. a. auf Totfundsuchen in Ostsachsen basieren und schwerpunktmäßig von Mitte August bis Ende September erhoben wurden.

4 Ergebnisse

4.1 Artenspektrum, Geschlecht und Alter

4.1.1 Artenspektrum

Totfundsuche 2006

Insgesamt wurden unter den Totfunden neun verschiedene Fledermausarten registriert. Mit insgesamt 59 Tieren (51,7 %) war der Abendsegler (*Nyctalus noctula*) am häufigsten vertreten, gefolgt von Rohhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) mit 24 Tieren (21 %) und Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) mit 15 Tieren (13,2 %). Weitere 3,5 % mit je vier Exemplaren nehmen die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) und die Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) ein. Die Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*) ist mit 3 Totfunden vertreten, dies entspricht 2,6 %.

Einen nur geringen Anteil von lediglich 0,9 % mit einem Tier entfallen auf das Große Mausohr (*Myotis myotis*), die Nordfledermaus (*Eptesicus nilsonii*) und den Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*). Zwei Fledermäuse konnten nicht eindeutig bestimmt werden (nur noch stark verwesene Reste) und stellen einen Anteil von 1,8 % der Totfunde dar.

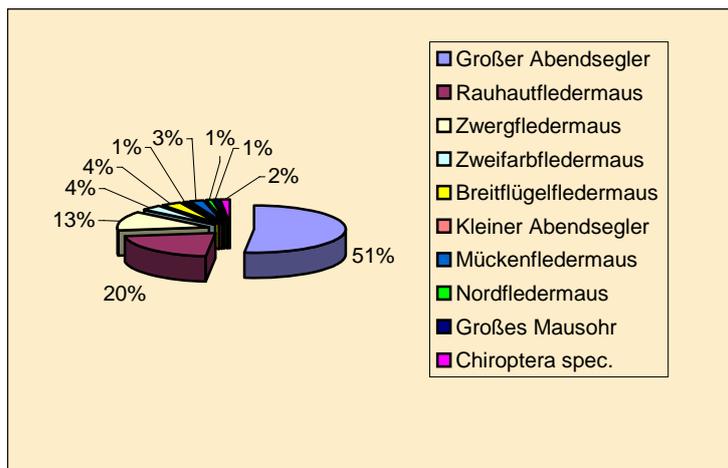


Abbildung 3 Artenspektrum und absolute Anzahl der Fledermaustotfunde vom 15.05. - 30.09.2006

Totfundsuche 2002- 2005

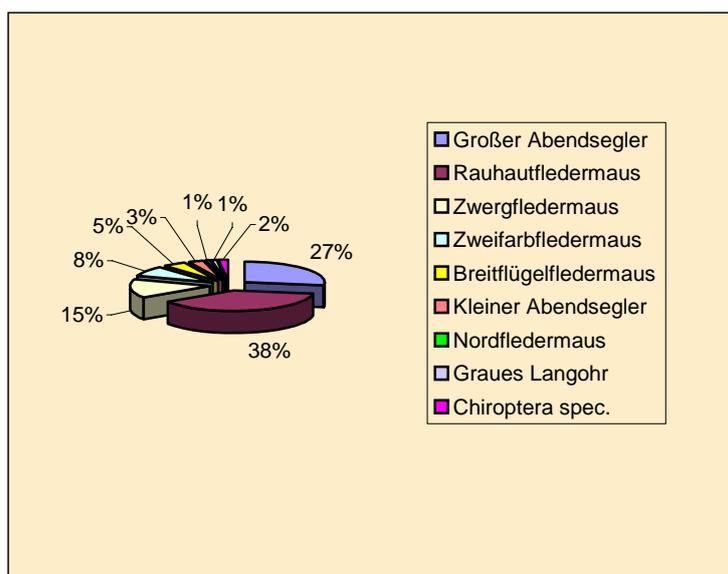


Abbildung 4 Artenspektrum und absolute Anzahl der Fledermaustotfunde der Altdaten

Die Altdaten von 2002 - 2005 belegen Totfunde von acht Fledermausarten unter WEA. Beim Vergleich des Artenspektrums der Altdaten mit den 2006 erhobenen Daten zeigen sich Unterschiede zwischen Flughautfledermaus und Abendsegler. 2006 führt der Abendsegler die Totfundliste an,

während von 2002 bis 2005 die Flughautfledermaus mit 39 Totfunden (38 %) am häufigsten unter den Totfunden vertreten ist. Der Abendsegler folgt hier mit 28 Totfunden (27 %) erst an zweiter Stelle. Die Zwergfledermaus liegt mit 15 Totfunden (15 %) bei den Altdaten in demselben Bereich wie 2006.

Zusammenfassung des Artenspektrums von 2002 - 2006

Tabelle 1 gibt einen Überblick zu den sächsischen Totfunden. Insgesamt wurden bislang 10 Fledermausarten unter den WEA in Sachsen tot aufgefunden.

Artname	2002	2003	2004	2005	2006	Gesamt
Großer Abendsegler	12	7	8	1	59	87
Flughautfledermaus	12	11	10	6	24	63
Zwergfledermaus	3	3	6	3	15	30
Zweifarbflughautfledermaus	6	1	0	1	4	12
Breitflügelfledermaus	0	0	3	2	4	9
Kleiner Abendsegler	1	0	2	0	1	4
Mückenfledermaus	0	0	0	0	3	3
Nordfledermaus	0	1	0	0	1	2
Graues Langohr	0	0	1	0	0	1
Großes Mausohr	0	0	0	0	1	1
Chiroptera spec.	2	0	0	0	2	4
Gesamt	36	23	30	13	114	

Tabelle 1 Artenspektrum tot aufgefundener Fledermäuse 2002- 2006

Ergebnisse der Detektorbegehungen und des Monitorings über Horchkisten

An den meisten untersuchten Standorten wurde im Rahmen der Detektorbegehungen 2006 ein breites Artenspektrum nachgewiesen.

Von den nachgewiesenen Arten eines Gebietes war nur ein Teil auch unter den Totfunden vertreten.

So konnten mittels Detektorbegehungen Mopsfledermaus, Bartfledermaus, Fransenfledermaus, Langohr sowie Wasserfledermaus nachgewiesen werden, die jedoch nicht zu den

Kollisionsopfern an den 2006 untersuchten Windenergieanlagen zählten.

Andererseits trat die Zweifarbflughautfledermaus unter den Totfunden auf, wurde jedoch nicht mittels Detektor nachgewiesen. Abendsegler, Flughautfledermaus, Großes Mausohr, Mücken- und Zwergfledermaus wurden an einigen Standorten unter den WEA tot nachgewiesen, obwohl ein Detektornachweis fehlt.

Tabelle 2 zeigt eine Gegenüberstellung der im Windpark über Detektorbegehungen nachgewiesenen Fledermausarten und der Fledermausarten, die in dem Windpark unter den Totfunden vertreten waren.

Tabelle 2 Nachgewiesenes Artenspektrum mittels Bat-Detektor und durch Totfunde betroffene Arten

Windpark	Nachgewiesene Arten mittels Bat- Detektor	Betroffene Arten mit Totfunden (<i>Kursiv: Art unter Totfunden vertreten, aber kein Detektor-nachweis</i>)	Mit Bat- Detektor nachgewiesene Arten, die <u>nicht</u> unter den Totfunden auftreten
A4	Abendsegler, Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Großes Mausohr, Kleiner Abendsegler, Myotis spec., Rauhautfledermaus	Abendsegler, Mückenfledermaus , Rauhautfledermaus, Zweifarbfl edermaus	Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Großes Mausohr, Kleiner Abendsegler, Myotis spec.
A6	Abendsegler, Bartfledermaus, Großes Mausohr, Kleiner Abendsegler, Mopsfledermaus, Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus	Abendsegler, Zweifarbfl edermaus	Bartfledermaus, Großes Mausohr, Kleiner Abendsegler, Mopsfledermaus, Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus
A7	Bartfledermaus, Mopsfledermaus, Zwergfledermaus	Abendsegler	Bartfledermaus, Mopsfledermaus, Zwergfledermaus
A9	Abendsegler, Bartfledermaus, Fransenfledermaus, Mopsfledermaus, Myotis spec. Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus	Abendsegler, Großes Mausohr , Rauhautfledermaus	Bartfledermaus, Fransenfledermaus, Mopsfledermaus, Myotis spec., Zwergfledermaus
A10	Abendsegler, Bartfledermaus, Mopsfledermaus, Mückenfledermaus, Myotis spec., Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus	Abendsegler, Breitflügelfledermaus , Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus	Bartfledermaus, Mopsfledermaus, Myotis spec.
A11	Abendsegler, Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Mopsfledermaus, Mückenfledermaus, Myotis spec., Zwergfledermaus	Abendsegler, Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus , Zwergfledermaus	Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Mopsfledermaus, Myotis spec.
A12	Abendsegler, Bartfledermaus, Mopsfledermaus, Myotis spec., Rauhautfledermaus	Abendsegler, Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus	Bartfledermaus, Mopsfledermaus, Myotis spec.
A14	Abendsegler, Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Großes Mausohr, Kleiner Abendsegler, Langohr, Myotis spec., Wasserfledermaus, Rauhautfledermaus	Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus	Abendsegler, Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Großes Mausohr, Kleiner Abendsegler, Langohr, Myotis spec., Wasserfledermaus
B1	Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Großes Mausohr, Myotis spec., Rauhautfledermaus	keine	Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Großes Mausohr, Myotis spec., Rauhautfledermaus

Windpark	Nachgewiesene Arten mittels Bat- Detektor	Betroffene Arten mit Totfunden (<i>Kursiv: Art unter Totfunden vertreten, aber kein Detektor-nachweis</i>)	Mit Bat- Detektor nachgewiesene Arten, die <u>nicht</u> unter den Totfunden auftreten
B2	Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Rauhautfledermaus	keine	Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Rauhautfledermaus
B3	Myotis spec., Zwergfledermaus	Chiroptera (nicht näher bestimmbar)	?
C3	Abendsegler, Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Großes Mausohr, Mopsfledermaus, Myotis spec., Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus	Abendsegler	Bartfledermaus, Breitflügelfledermaus, Großes Mausohr, Mopsfledermaus, Myotis spec., Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus

Im Ergebnis zeigten sich vergleichsweise hohe (über dem Mittelwert von 0,0168 Überflügen pro Minute liegende) Flugaktivitäten in einigen Zeiträumen in den Windparks A4 mit 0,1388 Überflügen pro Minute (Anfang August), A10 mit 0,0306 Überflügen pro Minute (Anfang Oktober), sowie A14 mit 0,2028 Überflügen pro Minute (Anfang August). Die erhöhten Flugaktivitäten decken sich beim Standort A4 mit einer erhöhten Kollision von Fledermäusen. Bei den anderen Standorten ist dies jedoch nicht der Fall. Der Windpark A11 zeigte nur eine geringe Aktivität über die Horchkästen an (0,0004 bis 0,0055 Überflüge pro Minute), wies aber eine hohe Totfundrate auf. Am Standort B3

(Mittelgebirgsstandort) gab es relativ wenige Nachweise über die Horchkästen (0,0007 bis 0,0011 Überflüge pro Minute) und in Übereinstimmung damit insgesamt nur einen Totfund. Am Standort C3 zeigte sich Ende September eine erhöhte Aktivität im Windpark (0,0092 Überflüge pro Minute), es traten aber keine Totfunde zu diesem Zeitpunkt auf.

Zusammenfassend zeigt sich auf Grund der vorliegenden Daten, dass sich kein direkter Zusammenhang zwischen der über die Horchkästen erfassbaren Fledermausaktivität und den Totfunden von Fledermäusen unter WEA nachweisen lässt.

4.1.2 Geschlechterverhältnis und Alter

Tabelle 3 Arten-, Alters- und Geschlechterverteilung der aufgefundenen Fledermäuse (M = männlich, F = weiblich, Sex? = Geschlecht nicht bestimmbar, indet. = keine Ansprache von Alter und Geschlecht möglich)

	Adulte Fledermäuse			Juvenile Fledermäuse			indet.	Summe	Prozent adulter FM
	M	F	Sex?	M	F	Sex?			
Abendsegler	2	1	-	24	24	6	2	59	5 %
Rauhautfledermaus	13	6	2	-	-	2	1	24	88 %
Zwergfledermaus	1	4	1	1	3	5	-	15	40 %
Zweifarbflödermaus	2	-	-	1	1	-	-	4	50 %
Breitflügelödermaus	-	1	-	2	1	-	-	4	25 %
Mückenfledermaus	1	1	-	-	1	-	-	3	67 %
Kleiner Abendsegler	-	-	-	1	-	-	-	1	
Nordfledermaus	1	-	-	-	-	-	-	1	
Großes Mausohr	-	1	-	-	-	-	-	1	
ohne Artansprache	-	-	2	-	-	-	-	2	
Summe	20	14	5	9	30	13	3	114	

Altersbedingt zeichnen sich deutliche Unterschiede in den Totfundraten ab. So ergibt sich ein deutlicher Überhang der Jungtiere (63 %) gegenüber den Alttieren (34 %), obwohl der Anteil der Alttiere in der Population an sich über dem der Jungtiere liegt. Diese Proportion wird durch den Abendsegler hervorgerufen: von 57 Abendseglern, deren Alter eindeutig zugeordnet werden konnte, waren 54 der Individuen juvenil und lediglich drei adult. Dies deutet auf ein erhöhtes Kollisionsrisiko für Jungtiere unter den Abendseglern hin. Eine ebenfalls auffällige, ungleiche Altersverteilung ist unter den gefundenen Rauhautfledermäusen vorhanden. Mit 21 Individuen überwiegt der Anteil der adulten Tiere gegenüber zwei juvenilen Tieren. Von 15 Zwergfledermäusen waren neun Tiere juvenil und 6 Tiere adult.

Insgesamt zeigt sich ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis mit 49 Männchen zu 44 Weibchen. Demnach erscheint die Opferquote an WEA nicht geschlechterspezifisch. Betrachtet man das Geschlechterverhältnis der einzelnen Arten, so besteht beim Abendsegler ein ausgeglichenes Verhältnis mit 26 männlichen und 26 weiblichen Tieren. Unter den gefundenen Rauhautfledermäusen besteht hingegen ein starker Überschuss an männlichen Tieren. Mit 13 Männchen und lediglich sechs Weibchen ist das männliche Geschlecht mehr als doppelt so stark betroffen. Bei den Zwergfledermäusen überwiegen hingegen die weiblichen Tiere mit sieben gegenüber zwei männlichen Fledermaus-totfunden.

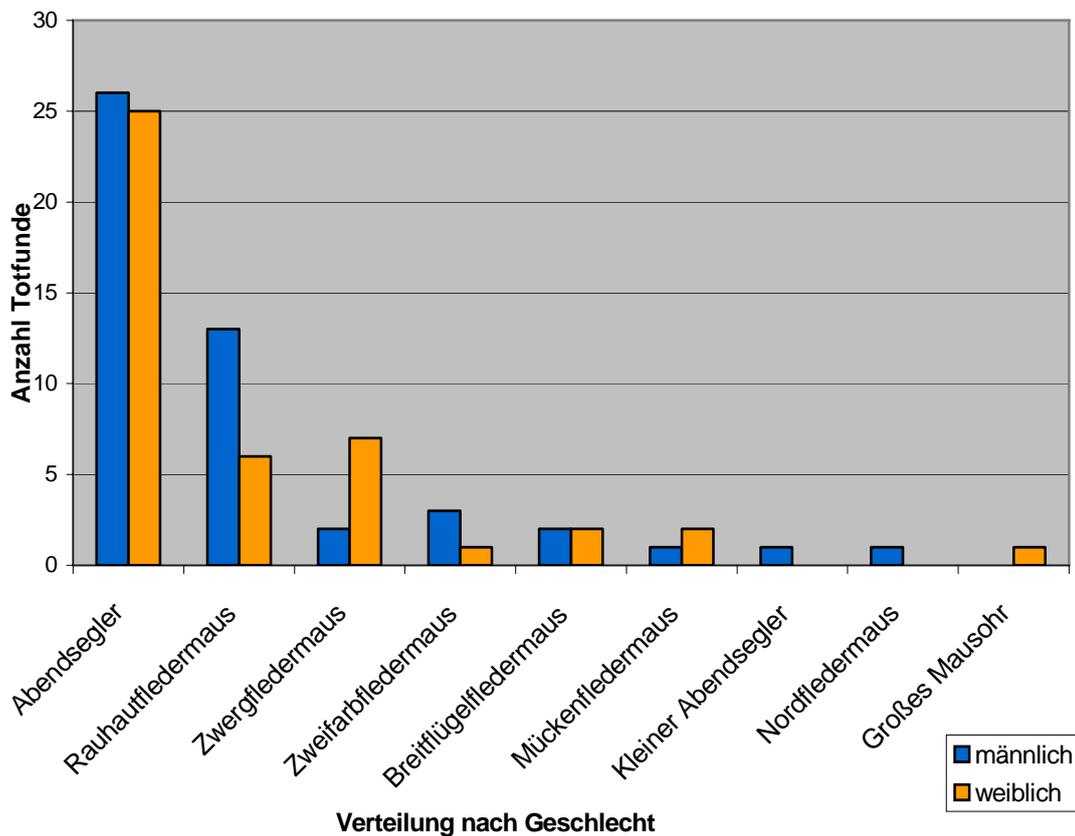


Abbildung 5 Geschlechterspezifische Verteilung der Totfunde bezogen auf die betroffenen Fledermausarten, Anzahl der nach Geschlecht bestimmbarer Totfunde (n = 93)

4.2 Monatliche Verteilung der Totfunde

In den Monaten Mai und Juni ergab sich eine relativ niedrige Totfundrate. Etwa 50 Prozent aller Kollisionsopfer wurden in den letzten zwei Juliwochen festgestellt. Im Juli ist die mit Abstand höchste Totfundrate zu verzeichnen, gefolgt vom August (Tabelle 4a). In den nachfolgenden

Tabellen wurde die Totfundrate (Totfunde pro Begehung pro WEA) unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit der Flächen im jeweiligen Monat (Mittelwert für alle Windparks, siehe Tabelle 12) angegeben.

Tabelle 4a Altersverteilung aller Totfunde (TF) nach Monaten (n = 114)

	15.5.- 31.5.06 n = 624	1.6.- 30.6.06 n = 957	1.7.- 30.7.06 n = 993	1.8.- 30.8.06 n = 2212	1.9.- 30.9.06 n = 2034
Alttiere	3	3	9	16	6
Jungtiere	0	1	39	28	5
Nicht bestimmbar	0	0	0	0	3
Gesamtzahl TF	3	4	48	45	14
Anzahl TF / Begehung / WEA unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit	0,0059 (4,2%)	0,0072 (5,1%)	0,0911 (64,6%)	0,0282 (20,0%)	0,0086 (6,1%)

Tabellen 4b bis 4d zeigen die Ergebnisse, denen Fledermausarten: Abendsegler, Rauhaut- bezogen auf die drei am häufigsten tot aufgefun- fledermaus und Zwergfledermaus.

Tabelle 4b Altersverteilung der Totfunde (TF) des Abendseglers nach Monaten (n= 59)

	15.5.- 31.5.06 n = 624	1.6.- 30.6.06 n = 957	1.7.- 30.7.06 n = 993	1.8.- 30.8.06 n = 2212	1.9.- 30.9.06 n = 2034
Alttiere	0	1	1	1	1
Jungtiere	0	0	27	23	3
Nicht bestimmbar	0	0	1	1	0
Gesamtzahl TF	0	1	29	25	4
Anzahl TF / Begehung / WEA unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit	0	0,0018	0,0551	0,0157	0,0121

Tabelle 4c Altersverteilung der Totfunde (TF) der Rauhautfledermaus nach Monaten (n = 24)

	15.5.- 31.5.06 n = 624	1.6.- 30.6.06 n = 957	1.7.- 30.7.06 n = 993	1.8.- 30.8.06 n = 2212	1.9.- 30.9.06 n = 2034
Alttiere	3	1	3	9	8
Jungtiere	0	0	0	0	0
Nicht bestimmbar	0	0	0	0	0
Gesamtzahl TF	3	1	3	9	8
Anzahl TF / Begehung / WEA unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit	0,0059	0,0018	0,0057	0,0057	0,0049

Tabelle 4d Altersverteilung der Totfunde (TF) der Zwergfledermaus nach Monaten (n = 15)

	15.5.- 31.5.06 n = 624	1.6.- 30.6.06 n = 957	1.7.- 30.7.06 n = 993	1.8.- 30.8.06 n = 2212	1.9.- 30.9.06 n = 2034
Alttiere	0	0	3	2	1
Jungtiere	0	0	5	2	1
Nicht bestimmbar	0	0	0	1	0
Gesamtzahl TF	0	0	8	5	2
Anzahl TF / Begehung / WEA unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit	0	0	0,0152	0,0032	0,0012

Die während der Kontrollen gefundenen Abendsegler verteilen sich schwerpunktmäßig auf den Zeitraum Mitte Juli bis Ende August (Tabelle 4b). In der Nacht vom 25. zum 26. Juli verunglückten 14 Tiere des Abendseglers an

einem Standort im Naturraum der Muskauer Heide. Diese hohe Zahl an Totfunden in einer Nacht an einem Standort bildete jedoch eine Ausnahme. Insgesamt zeigt sich für den Abendsegler das mit Abstand höchste Konfliktpotenzial im Juli.

Für die Flughörnchen als zweithäufigste Art der Totfundliste ergibt sich kein so eindeutiger Gefährdungszeitraum, wie für Abendsegler und Zwergfledermaus. Die höchste Totfundrate wurde für den Mai ermittelt, dicht gefolgt vom Juli und August (Tabelle 4c).

Die Zwergfledermaus, als dritthäufigste Art mit insgesamt 15 Totfunden wurde vor allem im Juli unter den Totfunden nachgewiesen (Tabelle 4d).

Die vier Totfunde der Zweifarbfledermaus verteilen sich auf den Zeitraum Juni bis September (zwei Individuen Mitte Juni und ein Tier Anfang Juli an einem Standort im Naturraum der Muskauer Heide sowie ein weiteres Exemplar im Osterzgebirge im September).

Nachweise der in geringerer Anzahl unter den Totfunden auftretenden Arten, wie Mückenfledermaus, Breitflügelfledermaus, Kleiner Abendsegler, Nordfledermaus und Großes Mausohr verteilen sich auf den Zeitraum von Anfang Juli bis Ende August.

Bemerkenswert ist der Fund eines beringten Mausohres (Weibchen, beringt in Wochenstube 2005) vom 7. Juli in einem Windpark in einer Entfernung von ca. 80 km südwestlich vom Beringungsort. Weitere beringte Tiere konnten nicht nachgewiesen werden.

4.3 Naturräumliche Verteilung der Totfunde

Im Zeitraum vom 15. Mai bis zum 30. September wurden 26 Windparks (24 im Rahmen der Studie, zwei im Rahmen von Monitoringprogrammen) in elf unterschiedlichen Naturräumen Sachsens untersucht.

Die Angabe der Totfundrate in Tabelle 5 (Anzahl Totfunde pro Begehung pro WEA) erfolgt unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Absuchbarkeit der Flächen in den einzelnen Windparks. Die Einschätzung der Absuchbarkeit einer Fläche erfolgt vor dem Hintergrund, dass tote Fledermäuse in Windparks mit spärlicher Bodenbedeckung (z. B. auf Rohbodenstandorten) deutlich besser aufzufinden sind, als z. B. in Windparks am Waldrand. Verwendet wurde der Mittelwert aus der ermittelten Absuchbarkeit pro Monat im jeweiligen Windpark.

Die Funde verteilen sich wie folgt auf die im Rahmen der Studie ausgewählten Windparks und Naturräume.

Tabelle 5 Verteilung der Fledermaustotfunde auf die Naturräume und Windparks (**fett**: Windpark bzw. Naturraum mit überdurchschnittlicher Totfundrate)

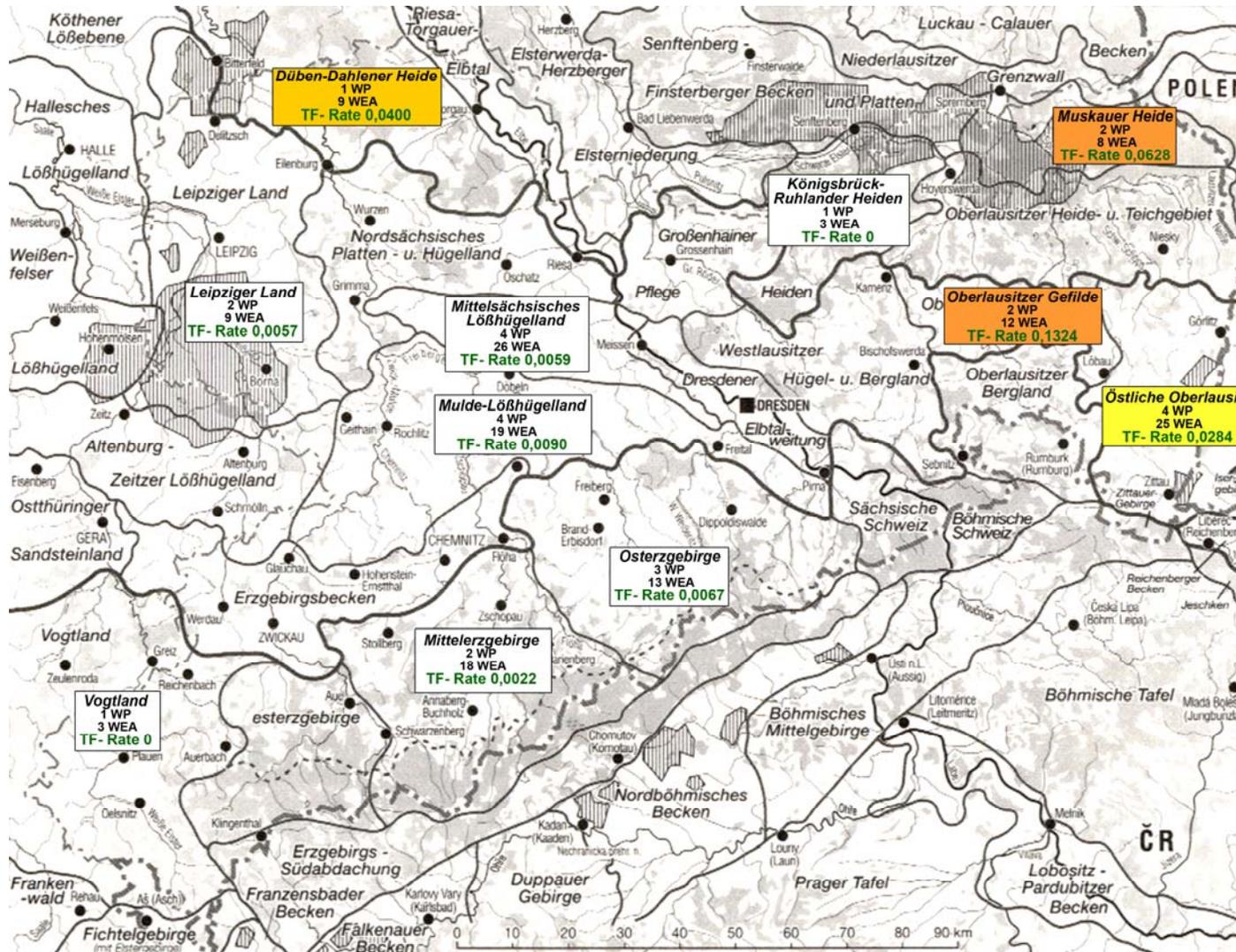
Naturräume in der Untersuchung	Windpark Code	Anzahl untersuchter WEA	Anzahl Kontrollen	Absolute Anzahl Funde	Anzahl Totfunde/ Kontrolle	Absuchbarkeit der Flächen , MW (siehe Anlage 8)	Anzahl Totfunde/ Kontrolle unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit der Flächen	Anzahl Totfunde/ Kontrolle / unter Berücksichtigung Absuchbarkeit im Naturraum
Muskauer Heide	A4	5	395	32	0,0810	86 %	0,0941	0,0628
	A14	3	189	2	0,0105	100 %	0,0105	
Oberlausitzer Gefilde	A11	10	380	29	0,0763	48 %	0,1589	0,1324
	A5	2	36	-	0	66 %	0	
Östliche Oberlausitz	A10	10	530	15	0,0283	64 %	0,0442	0,0284
	A8	2	40	1	0,0250	85 %	0,0294	
	A2	6	498	6	0,0120	66 %	0,0182	
	A12	7	595	6	0,0100	70 %	0,0143	
Mittelsächsisches Lösshügelland	A9	12	792	7	0,0088	74 %	0,0119	0,0059
	C5	7	287	1	0,0034	70 %	0,0049	
	A13	2	78	-	0	70 %	0	
	C4	5	205	-	0	o. A.	0	
Düben-Dahlener Heide	C1	9	324	7	0,0216	54 %	0,0400	0,0400
Osterzgebirge	A3	3	123	1	0,0081	76 %	0,0107	0,0067
	B3	7	399	1	0,0025	66 %	0,0079	
	B7	3	171	-	0	70 %	0	
Mittelerzgebirge	B4	13	455	1	0,0021	68 %	0,0031	0,0022
	B5	5	170	-	0	66 %	0	

Naturräume in der Untersuchung	Windpark Code	Anzahl untersuchter WEA	Anzahl Kontrollen	Absolute Anzahl Funde	Anzahl Totfunde/ Kontrolle	Absuchbarkeit der Flächen , MW (siehe Anlage 8)	Anzahl Totfunde / Kontrolle unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit	Kontrolle / unter Berücksichtigung Absuchbarkeit im Naturraum
Mulde-Lösshügelland	A6	6	96	2	0,0208	90 %	0,0231	0,0090
	A7	5	195	1	0,0051	78 %	0,0065	
	B2	2	106	-	0	70 %	0	
	B1	6	228	-	0	62 %	0	
Leipziger Land	C2	4	208	1	0,0048	74 %	0,0065	0,0057
	C3	5	265	1	0,0037	74 %	0,0050	
Vogtland	B6	3	114	-	0	64 %	0	0
Königsbrück-Ruhlander Heide	A1	3	108	-	0	54 %	0	0
Gesamtanzahl	26	145	6987	114				
Mittelwert					0,0163		0,0181	0,0253

Anzahl Totfunde/ Kontrolle unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit

> 0,05
0,040 - 0,049
0,020 - 0,029
0,010 - 0,019
0 - 0,0099

Abbildung 6 Überblick über Verteilung und Anzahl untersuchter Windenergieanlagen 2006 entsprechend der naturräumlichen Gliederung Sachsens (nach MANNSELD UND RICHTER 1995)



An den insgesamt 145 untersuchten Anlagen fanden von Mitte Mai bis Ende September insgesamt 6987 Kontrollen statt. Bei Betrachtung aller 6987 Kontrollen in Sachsen ergibt sich eine durchschnittliche Fundrate von 0,0181 toten Fledermäusen pro Begehung pro WEA unter Berücksichtigung der absuchbaren Fläche.

Tabelle 5 zeigt große Unterschiede bei den Totfundraten im Vergleich der Windparks und der Naturräume. Sieben der 26 untersuchten Windparks weisen im Vergleich eine überdurchschnittliche Totfundrate auf (> 0,0181). Bezogen auf einzelne Standorte ergeben sich für zwei Windparks (A11, A4) auffallend hohe Fundraten je Kontrolle einer WEA (ca. 53 % aller Totfunde). Für den Standort A4 im Naturraum Muskauer Heide sind es 0,094 Totfunde pro Begehung pro WEA. Im Naturraum Oberlausitzer Gefilde wurden in einem weiteren Windpark (A11) 0,1589 Totfunde pro Begehung pro WEA registriert.

Im Vergleich der Naturräume fällt die hohe Anzahl an Totfunden in der Muskauer Heide und dem Oberlausitzer Gefilde auf. Mit deutlich weniger Totfunden an Fledermäusen, aber immer noch mit überdurchschnittlicher Totfundrate,

waren die Naturräume Düben-Dahlener Heide und Östliche Oberlausitz vertreten. In allen weiteren Naturräumen mit ein bis zwei tot aufgefundenen Fledermäusen ergeben sich entsprechend geringere Totfundraten.

4.4 Höhenlage und Totfundrate

Von den 2006 untersuchten Windparks wiesen die Windparks ab ca. 600 m Höhenlage kaum Totfunde auf. Die höchsten Totfundraten wurde in den Windparks in ca. 100 bis 199 m Höhenlage nachgewiesen. Da sich die beiden Windparks mit den weitaus höchsten Totfundraten (A4 und A11) in den unteren Höhenlagen befinden und daher die Ergebnisse stark beeinflussen, zeigt die letzte Spalte in Tabelle 6 vergleichend die Ergebnisse ohne Berücksichtigung dieser beiden Windparks. Dabei bestätigt sich das Ergebnis, das Windparks von ca. 100 bis 500 m eine deutlich höhere Totfundrate aufweisen, als Windparks in Höhenlagen von 600- 699 sowie > 800 m. In Bezug auf die Kategorie 500 - 599 m ist eine Aussage schwierig, da hier nur 3 WEA untersucht werden konnten, für die Kategorie 700 bis 799 m stehen keine Daten zur Verfügung.

Tabelle 6 Zusammenhang der Totfundrate mit der Höhenlage des Windparkes (Berücksichtigung der absuchbaren Fläche nach Anlage 8)

Höhe ü. NN in m	Anzahl untersuchter WEA	Anzahl Kontrollen	absolute Anzahl Totfunde	Anzahl Totfunde/Kontrolle	Anzahl TF/Kontrolle unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit	Anzahl TF/Kontrolle unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit ohne WP A4 u. A11
100 - 199	31	1567	43	0,0274	0,0223	0,0103
200 - 299	52	2728	58	0,0213	0,0185	0,0132
300 - 399	22	1164	8	0,0069	0,0100	0,0100
400 - 499	9	210	2	0,0095	0,0116	0,0116
500 - 599	3	123	1	0,0081	0,0107	0,0107
600 - 699	10	570	1	0,0018	0,0040	0,0040
700 - 799	0	0	0	0	0	0
800 <	18	625	1	0,0016	0,0016	0,0016

4.5 Fundorte in Bezug zum Mastfuß

Bei dieser Auswertung wurden die Daten von 2002 bis 2006 verwendet. Die Kontrollgänge, die im Radius um die WEA durchgeführt wurden, erstrecken sich in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser bis zu einer Entfernung von 60 Metern zum Mastfuß der Anlagen. Bei Betrachtung der Entfernung der 212 Fledermäuse im Bezug zum Mastfuß wurden mehr als 50 % der Totfunde bis zu einer Entfernung von 20 Metern zum Mastfuß gefunden. 81 Totfunde lagen im Umkreis von bis zu 10 Metern zu Mastfuß. Weitere 64 Fledermäuse befanden sich in einer Distanz von 10 bis 20 Metern zum Mastfuß. Der am weitesten entfernte Fund lag in einem Abstand von 51 bis 60 Metern zum Anlagenfuß.

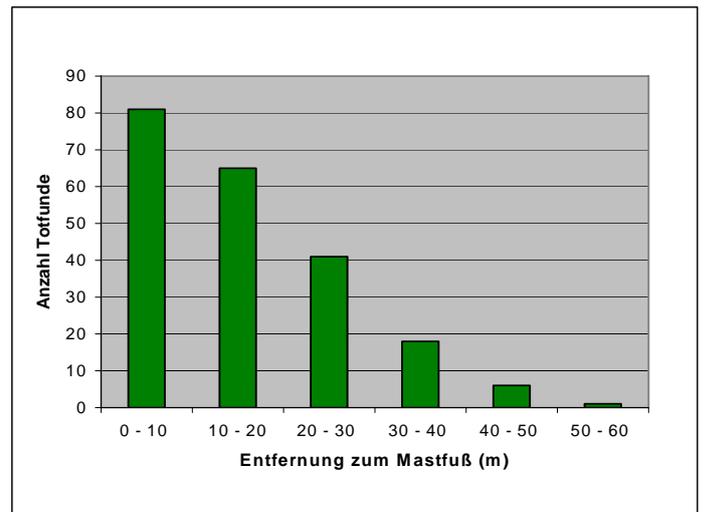


Abbildung 7 Entfernung der Totfunde zum Mastfuß (m), n = 212

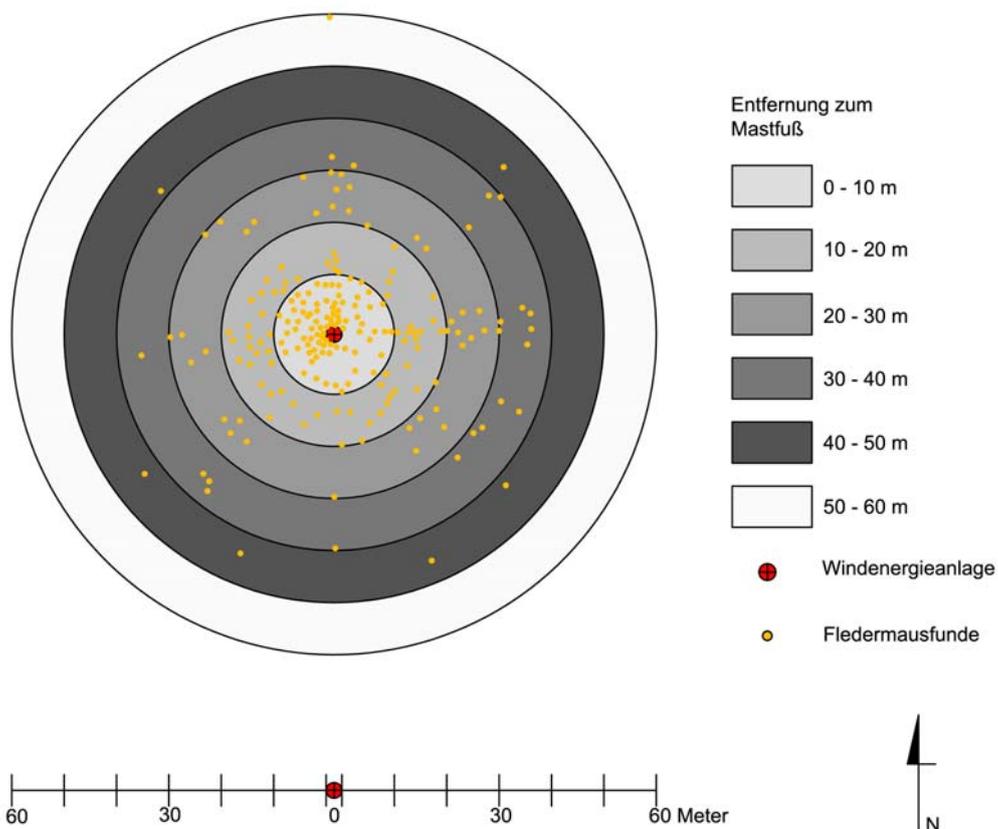


Abbildung 8 Entfernung und Richtung der Fundorte der Fledermäuse im Bezug zum Mastfuß, n = 212

4.6 Verletzungen und Zustand der gefundenen Fledermäuse

Tabelle 7 Übersicht über die Verletzungsformen (Dr. D. Heidecke, Institut für Biologie / Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg), (Anzahl untersuchter Fledermäuse: n = 96, es wird jede Verletzung aufgeführt, d.h. einige Tiere sind mehrfach enthalten)

Art der Verletzung	Anzahl Verletzungen	Anzahl Verletzungen in %
Schädeltrauma (Schädelverletzung)	11	8,5 %
Oberarmfraktur (Oberarmbruch)	13	10,0 %
Unterarmfraktur (Unterarmbruch)	19	14,6 %
Flügelläsur (Flügelabschürfungen)	16	12,3 %
Flügel-(Patagium-)perforation (Flughautrisse oder -löcher)	11	8,5 %
Uropatagiumverletzung (Verletzungen der hinteren Flughaut)	2	1,5 %
„Schmorstellen“ im Flügelbereich	10	7,7 %
Thorax (Brust) offene Wunde	2	1,5 %
Thorax (Brust) innere Verletzungen (Anprall)	2	1,5 %
Bauch offene Wunde	9	6,9 %
Bauch innere Verletzungen (Anprall)	19	14,6 %
dorsale (rückseitige) offene Wunden	7	5,4 %
dorsale (rückseitige) innere Verletzungen	6	4,6 %
Körper- /Organabtrennungen	3	2,3 %
ohne ersichtliche äußere Verletzung	7	5,4 %
ungeklärt (schlechter Erhaltungszustand)	20	15,4 %

Drei Fledermäuse wurden noch lebend gefunden, verstarben aber einige Tage später trotz fachkundiger Pflege. Zwei der lebend gefundenen Kollisionsopfer zeigten äußerlich sichtbare Frakturen. Bei einem weiteren Lebendfund konnten keine sichtbaren äußerlichen Verletzungen festgestellt werden. Es handelte sich um eine Rauhauffledermaus, die im Kopfbereich einen starken Milbenbefall aufwies. Eine Schwächung des Tieres durch die Milben ist möglich, aber scheidet als eigentliche Todesursache aus.

77,5 % der Fledermäuse weisen frontale Verletzungen auf. Nur 22,5 % wurden rücklings (d. h. auf der Dorsalseite) verletzt. 50 % der Verletzungen betreffen die Extremitäten und Flughäute: Frakturen der Ober- und Unterarme,

des Handbereiches und der Phalangen sowie größere und kleinere Perforationen von Chiro-, Plagio- und Uropatagium. 25 % der Verletzungen betreffen offene Wunden oder Prellungen von Bauch und Thorax sowie weitere 10 % offene Wunden und innere Verletzungen der dorsalen Körperpartie. Auch wenn sich dieser Prozentsatz durch weitere Untersuchungen noch erhöhen kann, so ist doch ein deutlicher Trend zu einer höheren Verletzungsrate des Flugapparates gegenüber der direkten Körperverletzung festzustellen, zumal in vielen Fällen Verletzungen an den Flügeln und am Körper auftreten

Für 21 % der Tiere ergaben sich keine Hinweise, meist aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes der Kadaver. 5,4 % der Fledermäuse,

die im frisch toten Zustand aufgelesen wurden, zeigten keinerlei äußere Verletzungen.

4.7 Einflussfaktoren auf die Auffindbarkeit der toten Fledermäuse

4.7.1 Abtrag durch Prädatoren

Bei den Untersuchungen zur Abtragsrate durch Prädatoren zeigten sich größere Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten. In einigen Windparks wurden nur wenige Küken abgetragen, an einem Standort erfolgte über die

gesamte Kontrollzeit kein Abtrag ($n = 12$). Dies stellte allerdings eine Ausnahme dar. Im umgekehrten Fall waren an einem Standort innerhalb von 5 Tagen alle ausgelegten Küken verschwunden ($n = 20$).

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die durchschnittliche Abtragsrate der Küken.

Unterschiede zeigen sich im zeitlichen Verlauf des Abtrages. Im Sommer erfolgt innerhalb der ersten vier Tage ein schnellerer Abtrag der ausgelegten Küken, als im Herbst. Ab dem 5. Liegetag der Küken gleichen sich die Werte jedoch an.

Tabelle 8 Durchschnittliche Abtragsrate von Küken innerhalb von 7 Tagen

		Abgetragene Küken nach x Tagen in %						
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
Sommer	n = 199	16 %	25 %	38 %	51 %	57 %	61 %	66 %
Herbst	n = 134	9 %	16 %	28 %	37 %	56 %	57 %	71 %

Tabelle 9 zeigt im Vergleich der Abtragsrate von ausgelegten toten Küken die Abtragsrate von ausgelegten toten Fledermäusen durch Prädatoren. Küken wurden im Vergleich zu Fledermäusen etwa doppelt so schnell abgetragen.

Tabelle 9 Durchschnittliche Abtragsrate von Fledermäusen innerhalb von 7 Tagen

		Abgetragene Fledermäuse nach x Tagen in %						
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
Herbst	n = 24	3 %	14 %	17 %	24 %	24 %	30 %	37 %

Zusätzlich zu Prädatoren, die die Fledermäuse direkt wegtragen, ist ein „langsames Verschwinden“ über Insekten, Kleinsäuger etc. möglich. Diesen Sachverhalt veranschaulicht Tabelle 10.

Tabelle 10 Durchschnittlicher Befall der toten Küken durch Insekten, Kleinsäuger etc.

		Durchschnittlich befallen nach x Tagen in %						
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
Sommer	n = 199	49	68	84	93	96	96	96
Herbst	n = 134	22	43	59	64	81	81	81

4.7.2 Sucheffizienz der Kartierer

Mit jedem Kartierer wurde die Sucheffizienz ermittelt. Unterschiede zwischen den einzelnen Kartierern wurden jedoch durch den Einfluß der Vegetationsstruktur auf die Wiederauffindbarkeit der Fledermäuse überlagert und kamen daher nicht zum Tragen.

Der Vergleich zwischen der Wiederauffindbarkeit der Pappattrappen und der mumifizierten Fledermäuse wird ebenso durch stark die variierende Vegetationsstruktur erschwert. Der

subjektive Eindruck der Kartierer entsprach einer besseren Auffindbarkeit der mumifizierten Fledermäuse. Dies spiegelt sich jedoch in Tabelle 11 nicht wieder, da die Wiederfundrate der Pappfledermäuse um 8 % höher lag. Ein Zusammenhang zur Flächennutzung im Sommer (frisch beerntete Felder im August erleichtern das Absuchen) und Herbst ist zu vermuten.

Tabelle 11 Ergebnisse der Effizienzkontrollen

	Anzahl Kontrollen	Anzahl gefundener Attrappen bzw. Fledermäuse in %
Attrappen (Pappfledermäuse) (Sommer und Herbst)	25	66 %
Mumifizierte Fledermäuse (Herbst)	18	58 %

4.7.3 Flächennutzung

Tabelle 12 Einschätzung der absuchbaren Fläche unter den WEA auf Grund der Flächennutzung

Monat	Mai	Juni	Juli	August	September
Absuchbarkeit in %	81 %	57 %	53 %	72 %	80 %

Je nach Flächennutzung veränderte sich im Verlauf des Untersuchungszeitraumes die absuchbare Fläche. Im Mai war die Absuchbarkeit überwiegend gut, da es sich häufig entweder um Schwarzacker handelte oder um noch sehr niedrige Ackerkulturen. Raps und Getreideflächen waren zu diesem Zeitpunkt noch absuchbar, ab ca. Mitte Juni jedoch nicht mehr. Im Juli zeigt sich durchschnittlich die schlechteste Absuchbarkeit, da die Felder hoch standen und noch keine Beerntung erfolgte. Diese Situation verbesserte sich schlagartig wieder nach der Ernte. Die Absuchbarkeit der Flächen pro Monat

wurde bei der Angabe der Totfundraten pro Monat berücksichtigt (Tabellen 4a bis 4d).

Die Absuchbarkeit ist nicht nur im Verlaufe der Monate von Mai bis Ende September unterschiedlich, sondern auch zwischen den einzelnen Windparks. So liegen die Mittelwerte der Absuchbarkeit pro Monat für die einzelnen Windparks im Vergleich der Windparks zwischen 48 % und 100. Die Mittelwerte pro Windpark wurden bei der Angabe der Totfundraten für die einzelnen Windparks (Tabelle 5) berücksichtigt.

4.8 Gehölznähe der WEA und Totfunde

4.8.1 Datenbasis

Für die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen der Mortalität von Fledermäusen an WEA und der Nähe der WEA zu Gehölzen wurden sowohl die 2006 erhobenen Daten, als auch die Altdaten genutzt. Daraus ergibt sich eine Datenbasis von 216 WEA (102 Altdaten, 114 Daten 2006).

4.8.2 Ergebnisse

Abbildungen 9 und 10 zeigen, dass WEA in unmittelbarer Nähe von Gehölzen (Entfernung von bis zu 100 m vom Mastfuß) ein besonders hohes Konfliktpotenzial für Fledermäuse bewirken. Bei gesonderter Betrachtung dieses Sachverhaltes für die Arten Abendsegler, Rauhaufledermaus und Zwergfledermaus zeigt sich für alle drei Arten eine hohe Anzahl an Totfunden an den WEA, die bis zu 100 m dicht an Gehölzen stehen.

Einen Einfluss auf die Einschätzung der vorliegenden Ergebnisse besitzt die Häufigkeit, mit der bestimmte Abstände zwischen WEA und Gehölzstrukturen in den untersuchten Windparks auftreten. Auf Grund des Untersuchungsumfanges von 145 WEA und des Aufwandes bei der Ausmessung der Entfernungen der Gehölze zu

den einzelnen WEA wurde eine derartige Analyse im Rahmen der vorliegenden Studie nicht durchgeführt. Man kann jedoch davon ausgehen, dass in den untersuchten Windparks sich insgesamt ca. 40 bis 45 WEA in bis zu 100 m Entfernung zu einem Feldgehölz oder Wald befinden. Dies entspricht einem Anteil von ca. 30 %. Beim Abendsegler befanden sich 53 % der Totfunde an WEA mit einem Gehölzabstand von bis zu 100 m, bei der Rauhaufledermaus 49 % und bei der Zwergfledermaus 51 %.

Das heißt, dass sich zwar ein Großteil der untersuchten WEA auch in einem Gehölzabstand von ca. 100 m befindet, der Anteil an Totfunden an gehölznahen WEA jedoch trotzdem überproportional hoch ist.

Bei Betrachtung der Lage der WEA zu Baumreihen und Feldhecken ergibt sich folgendes Bild: ca. 15 % der WEA befinden sich in einer Entfernung von bis zu 100 m von Baumreihen und Feldhecken. Beim Abendsegler wären ca. 9 % der Totfunde an WEA mit einem Abstand zu Baumreihen von bis zu 100 m, bei der Rauhaufledermaus 11 % und bei der Zwergfledermaus 14 %. In Bezug auf die Nähe zu Baumreihen ist demnach kein Zusammenhang zwischen dem Abstand der WEA von der Baumreihe und der Anzahl an Totfunden ersichtlich.

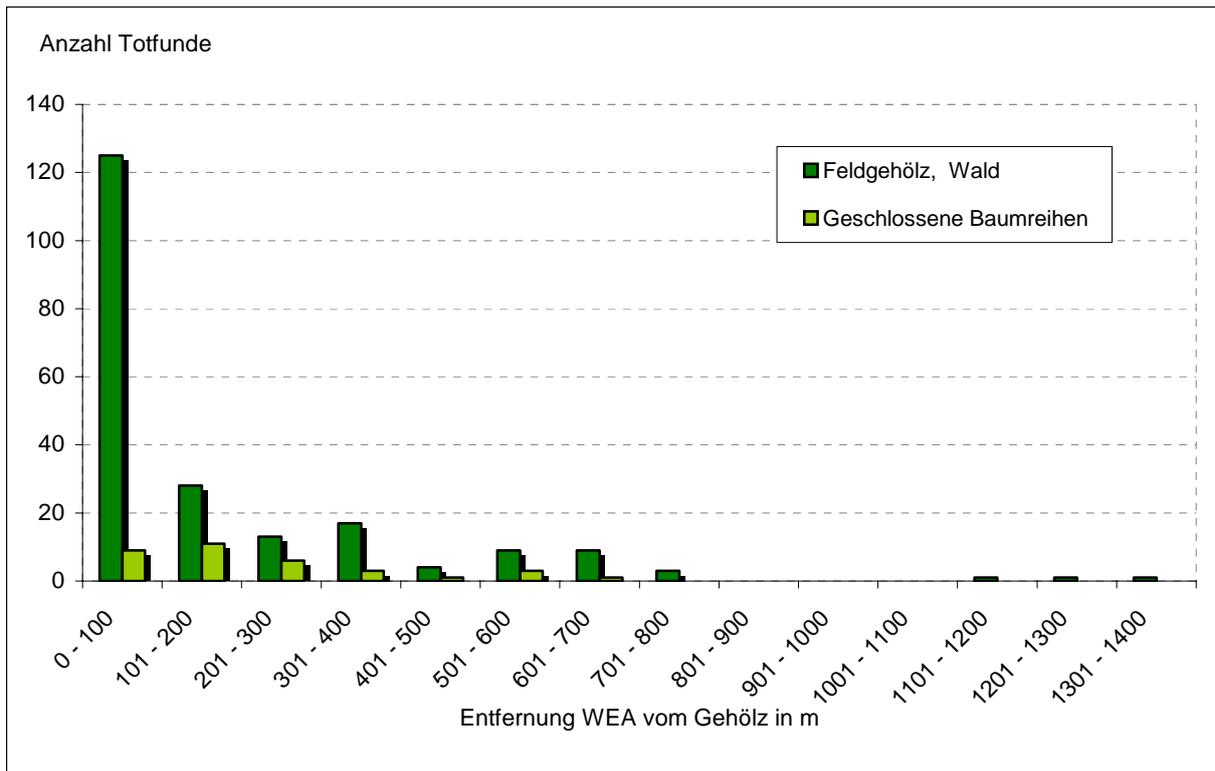


Abbildung 9a Entfernung der WEA mit Totfunden (15.05.06 - 30.09.06 sowie Altdaten) zum nächstliegenden Gehölz zwischen 0 - 1.400 m

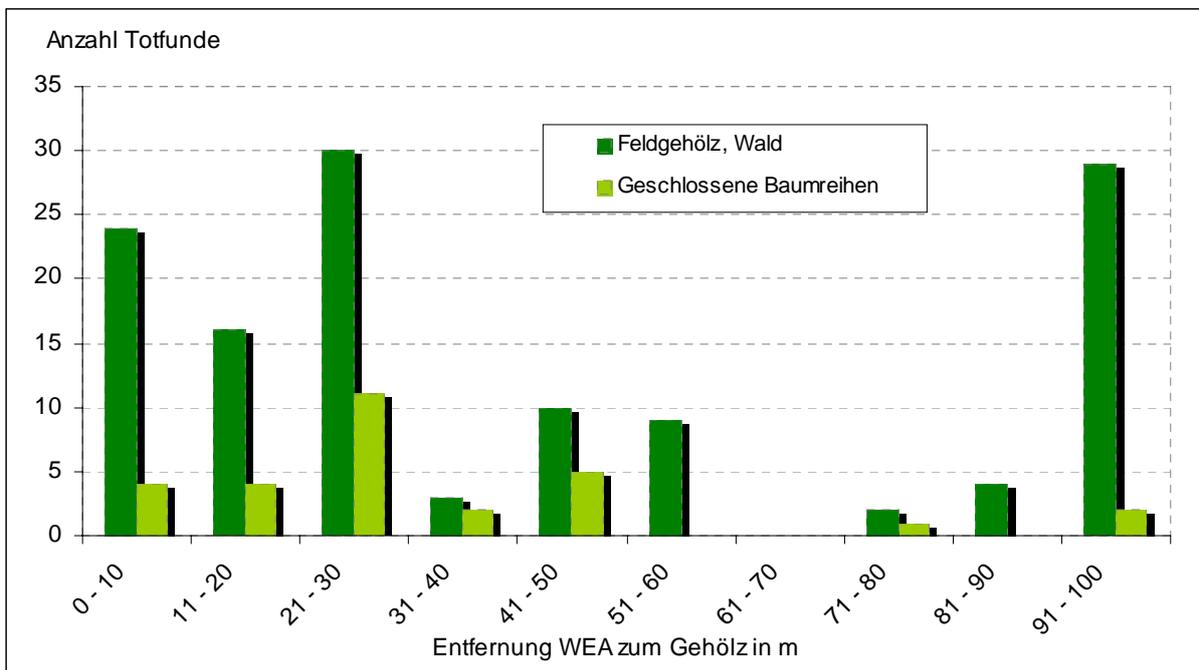


Abbildung 9b Entfernung der WEA mit Totfunden (15.05.06 - 30.09.06; Altdaten) zum nächstliegenden Gehölz zwischen 0 - 100 m

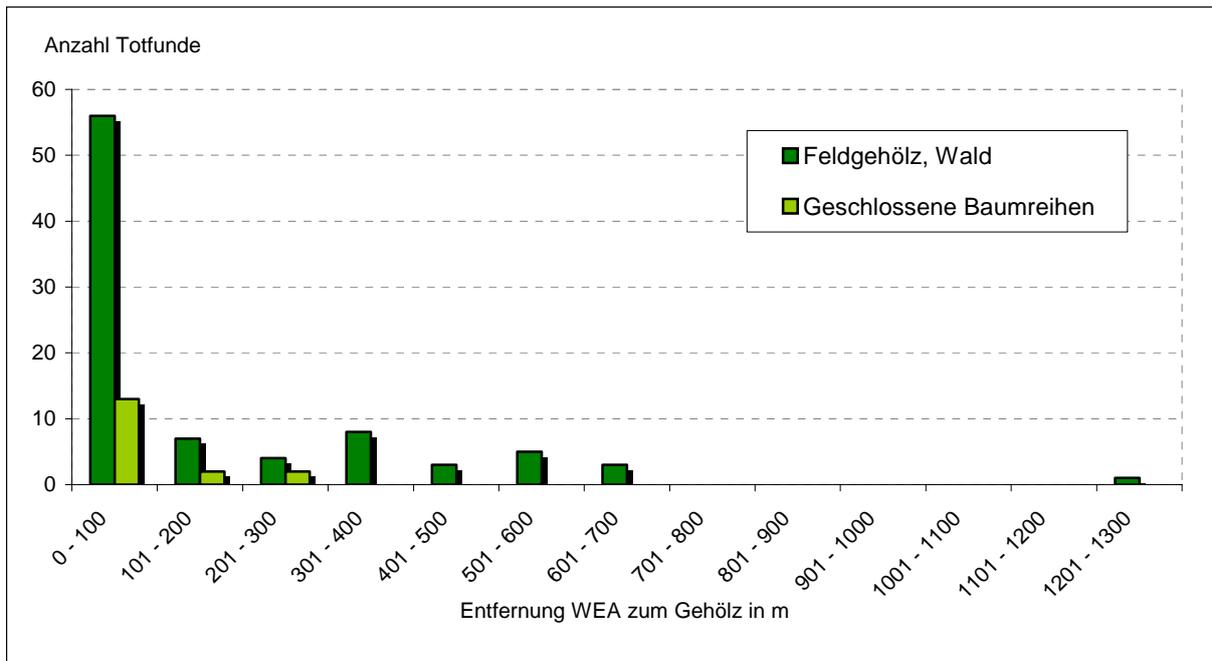


Abbildung 10a Abendsegler: Entfernung der WEA mit Totfunden zum nächstliegenden Gehölz, n = 104

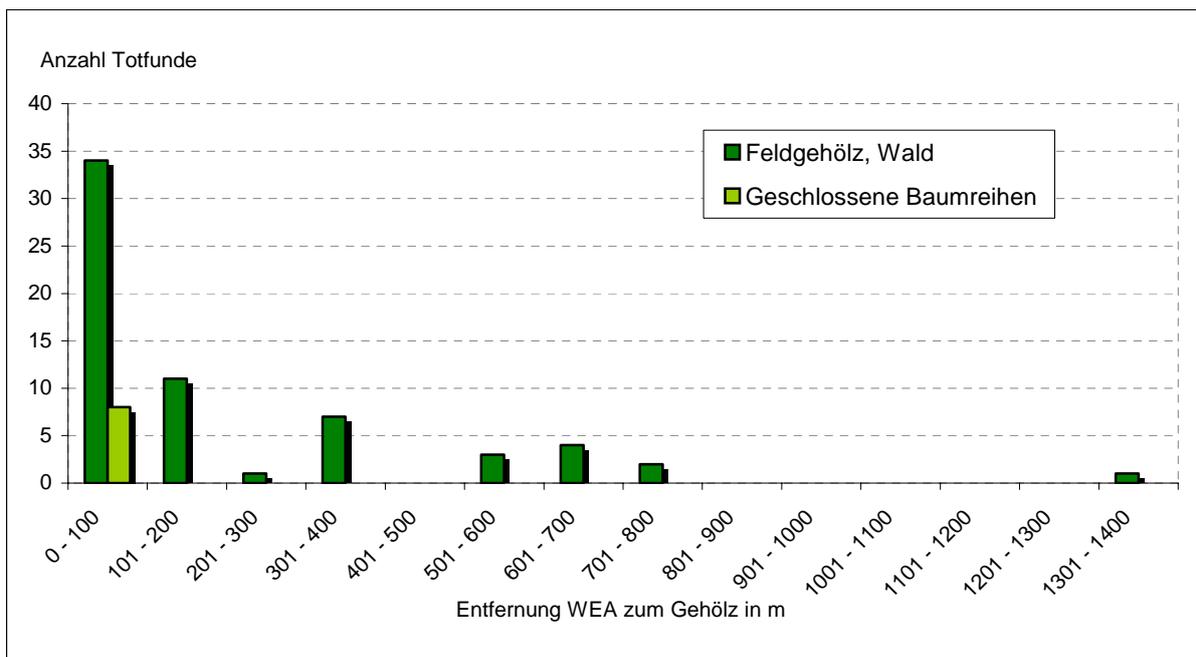


Abbildung 10b Rauhautfledermaus: Entfernung der WEA mit Totfunden zum nächstliegenden Gehölz, n = 71

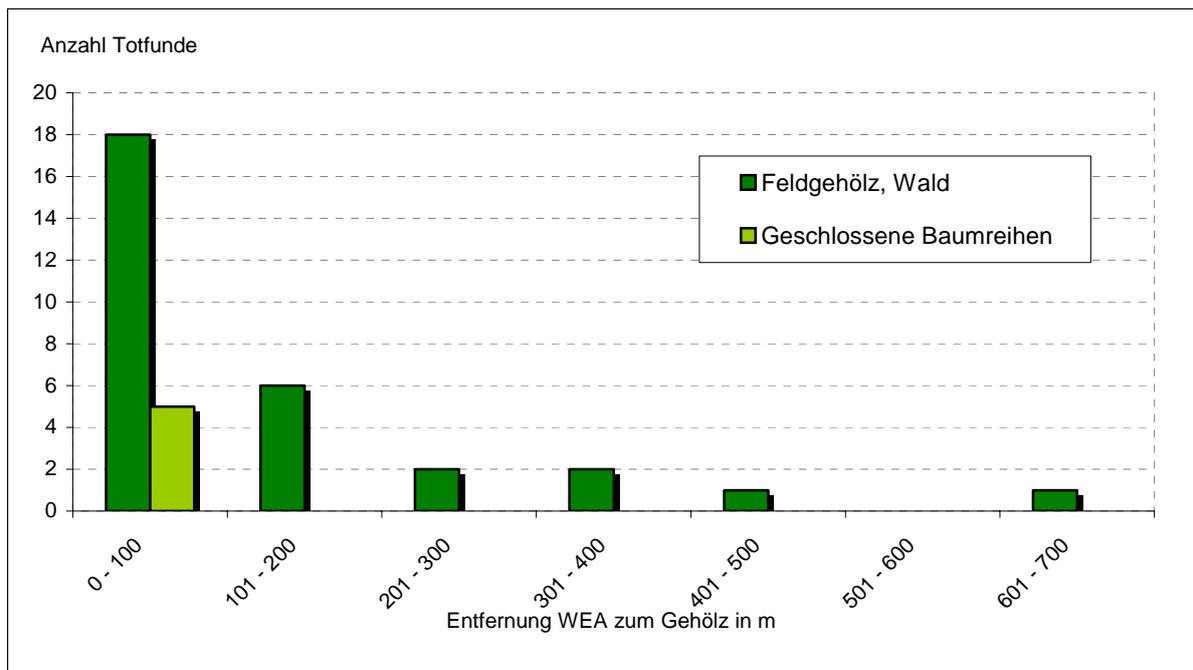


Abbildung 10c Zwergfledermaus: Entfernung der WEA mit Totfunden zum nächstliegenden Gehölz, n = 35

4.9 Wetter und Totfunderaten

4.9.1 Datenbasis

4.9.1.1 Wetterdaten

Zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Wetterparametern und der Totfunderate wurden Daten der Wetterstationen herangezogen. Dabei wurden Stationen ausgewählt, die sich im selben Landschaftsraum befanden, wie die untersuchten Windparks und nach Möglichkeit eine ähnliche Höhenlage aufwiesen. Daten folgender Wetterstationen wurden vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellt: Dresden-Klotzsche, Görlitz, Leipzig-Schkeuditz, Marienberg, Oschatz und Zinnwald. Ergänzend dazu wurden Daten von Meteomedia herangezogen: Torgau, Elstra, Welzow, Löbau, Oderwitz. An den Stationen erfolgten die Temperaturmessungen 2,50 m und die Windmessungen 10 m über dem Boden. Ausgewertet wurden die Temperaturdaten und die Daten zur Windgeschwindigkeit von 19.00 bis 6.00 Uhr. Die Angaben erfolgten

für jede Stunde als Minimum-, Maximum- und Mittelwert.

Für vier Standorte (A6, A10, A7, C3) wurden die Werte zu Windgeschwindigkeiten unmittelbar von den jeweiligen Betreibern der Windparks zur Verfügung gestellt. Dabei handelte es sich um die Nachtwerte der Windgeschwindigkeiten im 10 Minuten- Rhythmus, ebenfalls als Minimum-, Maximum- und Mittelwert. Beim Vergleich der Mittelwerte dieser Daten mit den Daten der Wetterstationen zeigte sich, dass die Windwerte der Wetterstationen deutlich unter den Werten der Betreiber liegen. Es handelt sich auf Grund dieser methodisch bedingten Unterschiede bezüglich der Windverhältnisse daher nur um eine grobe Abschätzung des Zusammenhangs von Windgeschwindigkeiten in einem Windpark und der Gefährdung durch Kollisionen.

4.9.1.2 Totfunddaten

Bei der Auswertung mussten alle Totfunde

ausgeschlossen werden, die zum Zeitpunkt des Auffindens mit einiger Wahrscheinlichkeit schon länger gelegen haben, d.h. das die Fledermäuse nicht erst in der zurückliegenden Nacht verunglückt sind. Ausgewertet wurden daher nur frisch tote Fledermäuse (n = 66) aus den intensiven Begehungen.

4.9.2 Wetterparameter

4.9.2.1 Temperatur

Abb. 11 zeigt keinen auffallenden Zusammenhang zwischen den durchschnittlichen Nachttemperaturen und der Anzahl an Totfunden. Bei Nachttemperaturen < 9°C trat kein Totfund auf und auch von 9°C bis ca. 13°C mit 7,6 % der Totfunde insgesamt relativ wenige, gemessen an der Häufigkeit der Nächte mit entsprechenden Bedingungen (26 %, siehe Abb. 12). Dies lässt auf eine geringere Kollisionsgefahr von Fledermäusen mit WEA bei Temperaturen unter 13°C schließen.

Abb. 12 zeigt, dass die mittleren Nachttemperaturen im Untersuchungszeitraum v. a. bei ca. 14°C

bis 18°C lagen (ca. 37 % der Nächte). Der prozentuale Anteil an Totfunden lag mit ca. 27 % deutlich unter dem proportional zu erwartenden Wert, wenn man davon ausgeht, dass die Temperatur keinen Einfluß hat. Gegenüber dem Nachttemperaturbereich von 9°C bis 13°C zeigt sich aber trotzdem schon eine Tendenz zur Zunahme der Totfunde. Im Bereich der mittleren Nachttemperaturen von 18°C bis 24°C entspricht der prozentuale Anteil der Totfunde von 50 % einem Anteil an Nächten in diesem Temperaturbereich von 26,5 %. Dies könnte auf einen Zusammenhang der relativ hohen mittleren Nachttemperatur mit einer erhöhten Fledermausaktivität und damit einer erhöhten Kollisionsgefahr hindeuten. Auch bei Herausnahme der 14 Totfunde in einer Nacht bei mittleren Nachttemperaturen von 23°C bis 23,9°C als Extremwert entfielen 37 % der Totfunde auf 24 % der Gesamtnächte.

In Bezug auf die sehr warmen Nächte mit Mittelwerten > 24°C liegen nicht genügend Daten für eine Aussage vor.

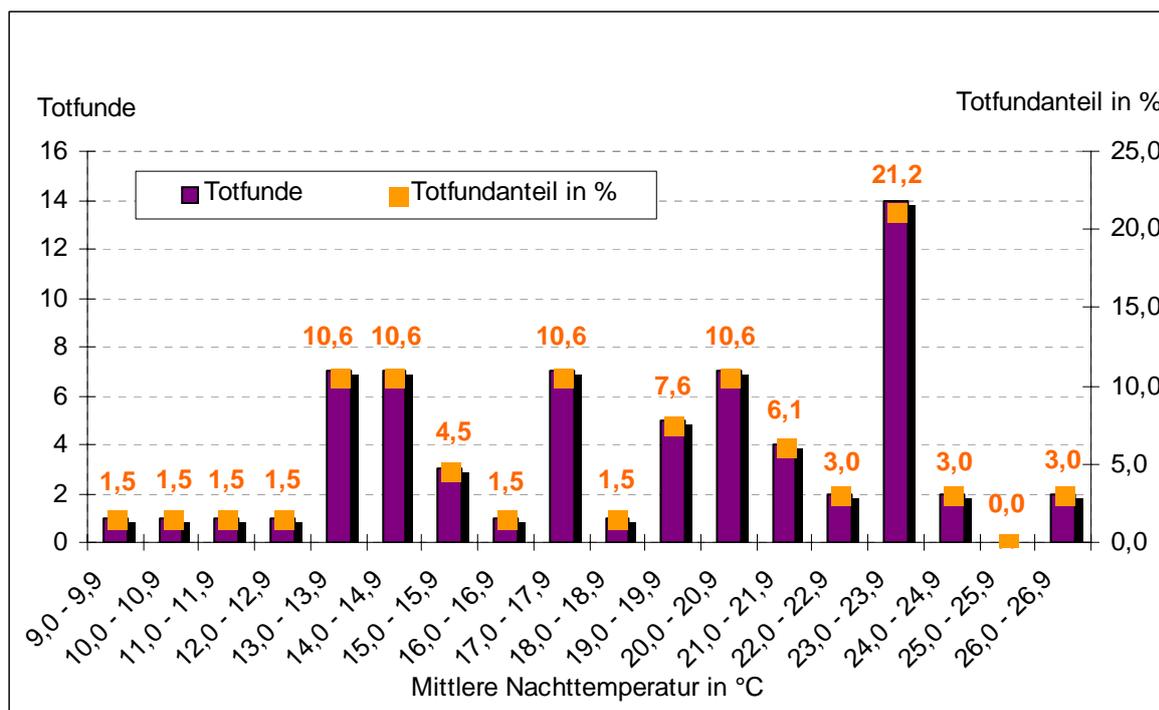


Abbildung 11 Totfunde (n = 66) und mittlere Nachttemperaturen

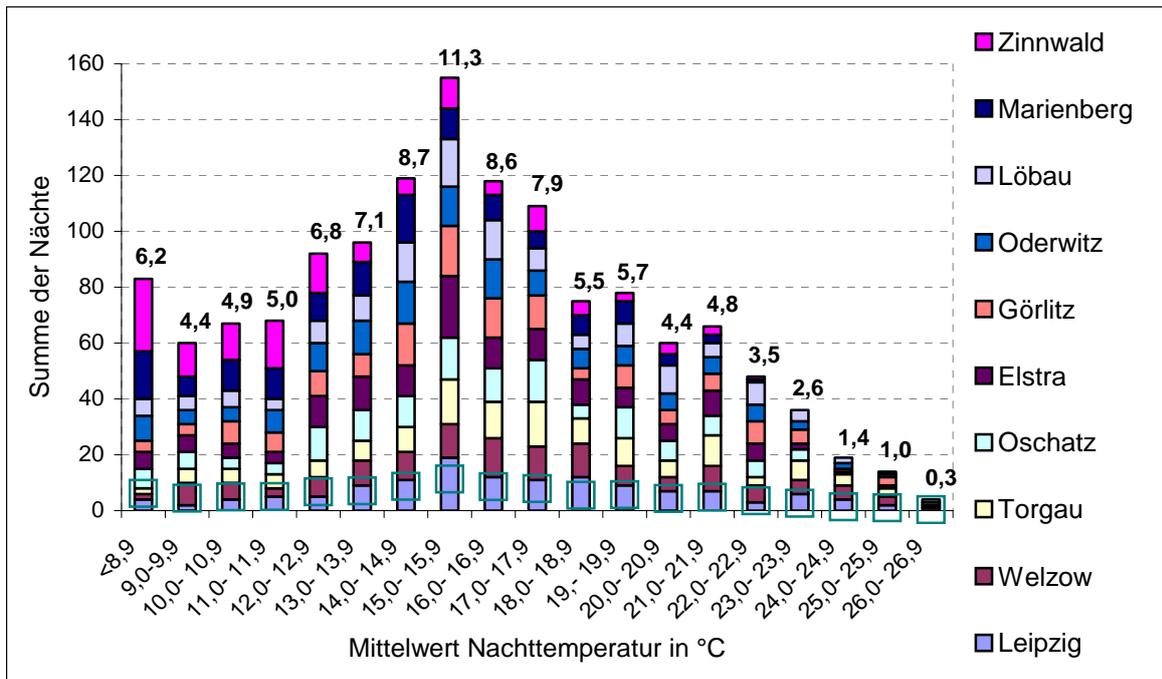


Abbildung 12 Summe der Nächte, in denen an zehn sächsischen Wetterstationen mittlere Nachttemperaturen von < 8,9 °C bis 26,9°C gemessen wurden

4.9.2.2 Windgeschwindigkeiten

Die höchste Anzahl an Totfunden (56 %) entfällt nach den vorliegenden Daten der Wetterstationen auf mittlere Windgeschwindigkeiten von bis zu ca. 2,0 m/s. Diese Bedingungen waren in ca. 31 % der untersuchten Nächte gegeben

(Abb. 14). Zu beachten ist, dass die Werte der Wetterstationen bezüglich der Windgeschwindigkeit in 10 m Bodenhöhe ermittelt werden und die Windgeschwindigkeit im Rotorbereich auf Grund des Höhenunterschiedes größer ist.

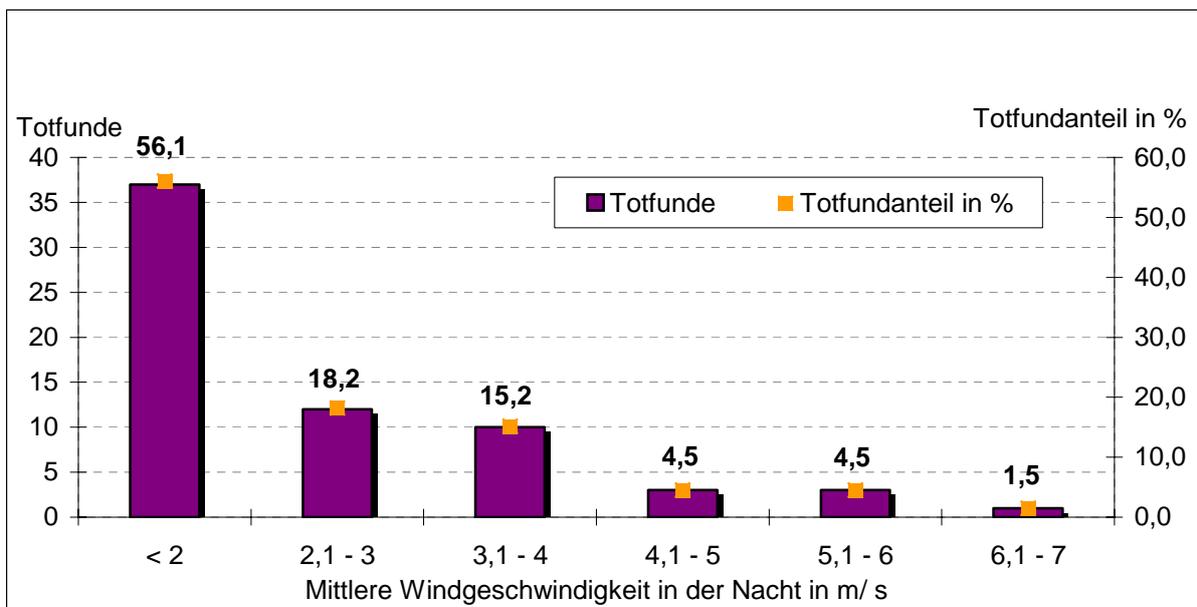


Abbildung 13 Totfunde (n = 66) und mittlere Windgeschwindigkeit in der Nacht

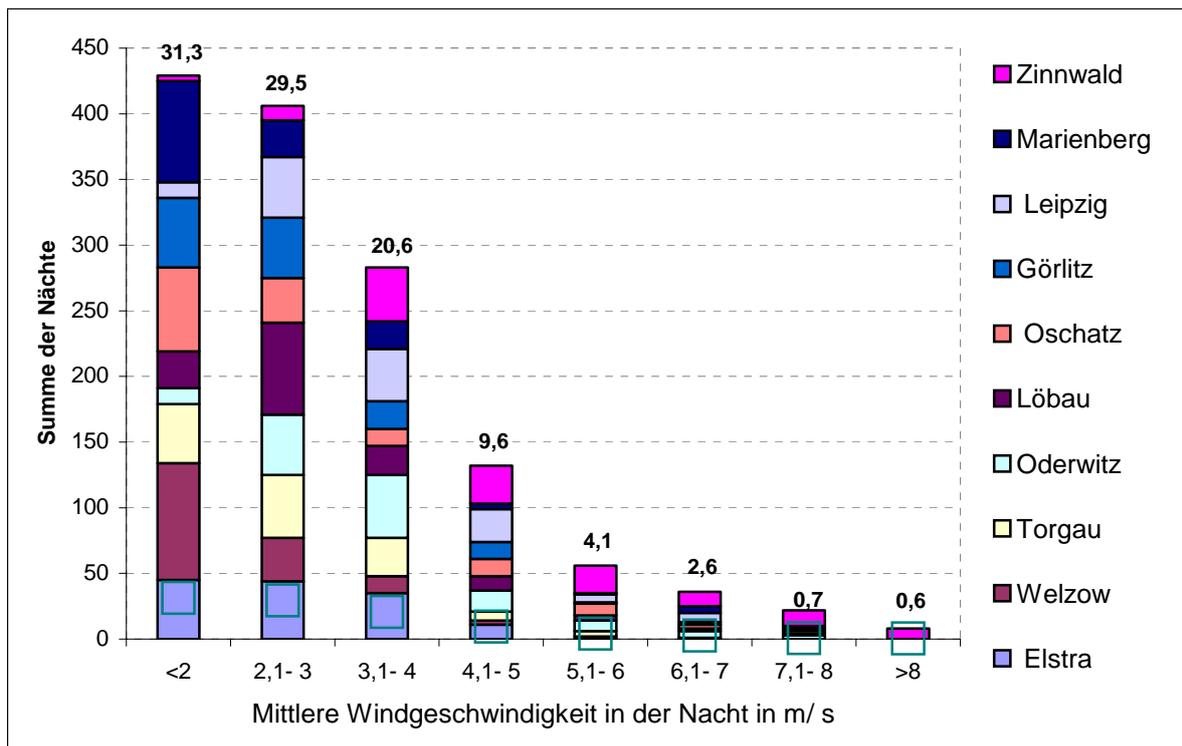


Abbildung 14 Summe der Nächte, in denen an zehn sächsischen Wetterstationen mittlere Windgeschwindigkeiten von < 2 bis > 8 m/s gemessen wurden

Tabelle 13 Vergleich der Anzahl an Totfunden mit den nächtlichen Windgeschwindigkeiten (Mittelwert) (orange: höchste Anzahl an Totfunden)

Nächtliche Windgeschwindigkeit in m/s in 10 m Bodenhöhe	Anzahl an Nächten mit entsprechenden Windgeschwindigkeiten (MW) im Untersuchungszeitraum (Summe von zehn sächsischen Wetterstationen, n = 1372)	Anzahl an Totfunden (n = 66)	Anzahl an Totfunden/Nacht bei entsprechenden Windgeschwindigkeiten (MW) im Untersuchungszeitraum
Bis 2,0	429	37	0,0862
2,1 - 3,0	406	12	0,0296
3,1 - 4,0	283	10	0,0353
4,1 - 5,0	132	3	0,0227
5,1 - 6,0	56	3	0,0536
6,1 - 7,0	36	1	0,0278
7,1 - 8,0	22	0	0
> 8,0	8	0	0

Tabelle 13 zeigt die Anzahl an Totfunden pro Nacht in Beziehung zu den durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten an zehn sächsischen Wetterstationen. Ersichtlich ist, dass bei Windgeschwindigkeiten bis 2 m/s in 10 m Bodenhöhe mit Abstand die höchsten Totfunde auftreten.

Bei Betrachtung der aufgetretenen Windverhältnisse nach den Daten der Wetterstationen nimmt die Anzahl an Totfunden erst ab einem

nächtlichen Mittelwert von 6 bis 7 m/s (Messstation in 10 m Bodenhöhe) mit weiter zunehmender Windgeschwindigkeit ab (Tabelle 13). Würde man hier von einer Korrektur um ca. 2 m/s ausgehen im Sinne einer Abschätzung der Windgeschwindigkeiten im Gondelbereich, wäre erst ab 8 bis 9 m/s mit deutlich weniger Totfunden zu rechnen. Diese Angabe steht jedoch im Gegensatz zu der Berechnung mittels der Betreiberdaten und zeigt eher die methodischen Probleme bei der

Berechnung über Mittelwerte für die nächtliche Windgeschwindigkeit, wenn starke Schwankungen innerhalb einer Nacht vorliegen.

Für den Windpark A10 liegen sowohl mehrere auswertbare Totfunde, als auch Daten zu Windgeschwindigkeiten im Gondelbereich vor. Diese Daten spiegeln eher eine realistische Windgeschwindigkeit im Rotorbereich wieder, als die Daten der Wetterstationen.

Tabelle 14 Übersicht zu den Windgeschwindigkeiten in den Kollisionsnächten für den Windpark A10 sowie im Vergleich die Mittelwerte der jeweiligen Kalenderwoche

Art	Kalender- woche	Datum	Windgeschwindigkeit in m/s			Windgeschwindigkeit in m/s		
			In den Nächten mit Kollision			Mittelwert der Kalenderwoche		
			Mittelwert	Minimum	Maximum	Mittelwert	Minimum	Maximum
Rauhautfledermaus	21	18.05.06	3,1	0,2	4,6	5,2	0,2	15,3
Abendsegler	29	15.07.06	6,5	4,6	8,1	4,3	0,2	8,1
Breitflügelfledermaus	29	16.07.06	5,2	3,6	7,8	4,3	0,2	8,1
Abendsegler	34	17.08.06	3,4	0,4	7,1	4,7	0,1	8,8
Abendsegler	34	17.08.06	3,4	0,4	7,1	4,7	0,1	8,8
Mückenfledermaus	34	19.08.06	5,5	3,6	7,2	4,7	0,1	8,8
Abendsegler	34	19.08.06	5,5	3,6	7,2	4,7	0,1	8,8
Abendsegler	35	24.08.06	3,7	2,2	6,0	4,3	0,3	7,7
Abendsegler	35	26.08.06	2,8	0,3	5,7	4,3	0,3	7,7
MW			4,3	2,1	6,8	4,6	0,2	9,1

Nach Tabelle 14 liegt der Mittelwert für die Windgeschwindigkeiten in den Kollisionsnächten im Windpark A10 bei 4,3 m/s. Auf Grund der großen Unterschiede in den Windgeschwindigkeiten im Verlaufe einer Nacht heißt das aber nicht, dass die Fledermäuse auch zum Zeitpunkt dieser mittleren Windgeschwindigkeiten verunglückt sind, da der Kollisionszeitpunkt unklar ist und die Daten zu den Windgeschwindigkeiten in einer Nacht stark voneinander abweichen. Die Kollision kann auch in dem Zeitfenster der Nacht erfolgt sein, in dem weniger oder mehr Wind

registriert wurde (siehe Minimum- und Maximumwert).

Vergleicht man die Mittelwerte in der Kollisionsnacht mit den Gesamtwerten der jeweiligen Woche zeigt sich, dass ca. die Hälfte die Kollisionen nicht auf die vergleichsweise windarmen Nächte innerhalb der jeweiligen Woche zurückzuführen sind (gelb markiert: Mittel- und Minimumwerte der Windgeschwindigkeit in der Kollisionsnacht liegen höher als die Mittelwerte der gesamten Woche).

4.10 Anlagenparameter und Totfundraten

Die beiden Windparks mit den höchsten Totfundraten (A4 - 32 Totfunde und A11 - 29 Totfunde) beeinflussen stark den Vergleich der Totfundraten in den einzelnen Kategorien für die verschiedenen Anlagenparameter. Potentielle Zusammenhänge zwischen Totfundraten und Anlagenparametern können durch die Dominanz der beiden Windparks überdeckt werden. Daher wurden im Folgenden in den Tabellen 14 bis 17 die Werte vergleichsweise auch mit Herausnahme der beiden Windparks berechnet. Ein weiteres Problem besteht darin, dass sich die verschiedenen Anlagentypen nicht gleichmäßig auf die Naturräume verteilen. So befinden sich die älteren, niedrigen WEA v. a. im Erzgebirge an besonders windexponierten Strandorten mit niedrigen Nachttemperaturen. Hier kann daher der Einfluss der Wetterbedingungen den potentiellen Einfluss von Anlagenparametern maskieren, da das Auftreten von Fledermäusen in den Windparks schon durch hohe Windgeschwindigkeiten und kalte Nächte stark beeinflusst wird.

4.10.1 Nabenhöhe

Die untersuchten Anlagen weisen verschiedene Nabenhöhen im Bereich von weniger als 40 Meter bis mehr als 100 Meter auf. Bis auf Anlagen mit weniger als 40 Meter Nabenhöhe wurden an allen weiteren Anlagenklassen Totfunde verzeichnet.

Anlagen mit einer Nabenhöhe von 100 bis 114 Metern weisen die höchste Anzahl an Totfunden je kontrollierte Anlage mit 0,035 Tieren auf. Die hohe Totfundrate an Anlagen mit der Nabenhöhe von 100 bis 114 Metern setzt sich jedoch aus überwiegend nicht gehölzgebundenen Arten zusammen (n = 27), deren Jagd- und Wanderverhalten im freien Luftraum erfolgt. Die hohe Totfundrate wird darüber hinaus v. a. durch den Windpark A4 hervorgerufen, so dass der Zusammenhang nicht als eindeutig angesehen werden kann. Ohne die beiden prägenden Windparks ist die Totfundrate bei Anlagen mit einer Nabenhöhe von 60 bis 69 m am höchsten bzw. bei 70 bis 79 m für im freien Luftraum jagende Arten.

Tabelle 15 Totfunde in Bezug zur Nabenhöhe der WEA (gelb: Ergebnisse mit den WP A11 und A4, orange: höchste Totfundrate ohne Berücksichtigung WP A11 und A4)

Nabenhöhe in m	Anzahl untersuchter WEA	Anzahl Kontrollen	Alle Totfunde (n= 114)		Im freien Luftraum jagende Arten: Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Breitflügel- und Zweifarbfledermaus (n = 68)	
			absolute Anzahl Totfunde	Anzahl Totfund/ Kontrolle	absolute Anzahl Totfunde	Anzahl Totfunde/ Kontrolle
< 40	10	395	0	0	0	0
40 - 49	15	745	1	0,0013	0	0
50 - 59	9	331	1	0,0030	1	0,0030
60 - 69	37	1632	23	0,0141	14	0,0086
70 - 79	24	1208	36	0,0298	15	0,0124
70- 79 ohne A11	11	828	7	0,0085	9	0,0109
80 - 89	19	1061	11	0,0103	6	0,0057
90 - 99	12	606	7	0,0115	5	0,0083
100 <	19	1009	35	0,0350	27	0,0267
100 < ohne A4	14	614	3	0,0049	1	0,0016

4.10.2 Rotordurchmesser

Anlagen mit einem Rotordurchmesser von 80 - 89 Metern weisen mit Abstand die höchste Anzahl an Totfunden je kontrollierte Anlage mit 0,05 Tieren auf. Anlagen dieses Rotordurchmessers sind vorwiegend den sehr hohen, neuen Anlagen zuzuordnen. Auch hier kollidierten an Anlagen mit großem Rotordurchmesser überwiegend nicht gehölzgebundene Arten.

Die beiden Windparks mit den höchsten Totfundraten bewirken mit ihrem Rotordurchmesser von 82 m (A4) und 80 m (A11) die hohe Totfundrate in der Kategorie von 80 - 89 m Rotordurchmesser. Aber auch bei Herausnahme dieser beiden Windparks zeigt sich die höchste Totfundrate bei einem Rotordurchmesser von 80 bis 89 m.

Tabelle 16 Totfunde in Bezug zum Rotordurchmesser der WEA (gelb: Ergebnisse mit den WP A11 und A4, orange: höchste Totfundrate ohne Berücksichtigung WP A11 und A4)

Rotordurchmesser in m	Anzahl untersuchter WEA	Anzahl Kontrollen	Alle Totfunde (n = 114)		Im freien Luftraum jagende Arten: Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Breitflügel- und Zweifarbfledermaus (n = 68)	
			absolute Anzahl Totfunde	Anzahl Totfund/Kontrolle	absolute Anzahl Totfunde	Anzahl Totfunde/Kontrolle
< 30	12	531	0	0	0	0
30 - 39	5	175	0	0	0	0
40 - 49	30	1254	11	0,0087	8	0,0064
50 - 59	3	74	0	0	0	0
60 - 69	9	504	0	0	0	0
70 - 79	54	2806	32	0,0110	18	0,0125
80 - 89	27	1438	71	0,0500	42	0,0292
80 – 89 ohne A4 und A11	12	663	10	0,0151	10	0,0151
90 <	5	205	0	0	0	0

4.10.3 Niedrigster Rotorflügelpunkt

Der niedrigste Rotorflügelpunkt ergibt sich aus der Nabenhöhe minus Rotorradius. Anlagen mit einem niedrigsten Rotorflügelpunkt von 30 - 39 Metern weisen die höchste Anzahl an Totfunden je kontrollierte Anlage mit 0,0149 Tieren auf, wenn man die beiden dominierenden Windparks nicht mit betrachtet.

Betrachtet man nur die bevorzugt gehölzgebundenen jagenden Arten, für die ein sehr niedriger Rotorflügelpunkt als kritisch anzunehmen ist, so zeigt sich entsprechend das

höchste Gefährdungspotenzial bei bis zu 30 m freiem Bodenabstand.

Zu den Windparks dieser Kategorie zählen eigentlich auch die schon lange bestehenden, alten Windparks im Erzgebirge (B4, B3, B5), die sehr rauen Witterungsbedingungen ausgesetzt sind. Dies bedingt für diese Windparks mit hoher Wahrscheinlichkeit schon aus klimatischen Gründen eine niedrige Totfundrate, so dass die potenzielle Gefährdung durch einen sehr niedrigen Rotorflügelpunkt nicht zum Tragen kommt. Diese Windparks wurden daher in der Tabelle 17 nicht berücksichtigt. Der

Windpark A12 (Östliche Oberlausitz), der erwartungsgemäß auch eine hohe Totfundrate ebenfalls in diese Kategorie mit einem NRFP von auf. 20 bis < 30 m gehört, wies hingegen

Tabelle 17 Totfunde in Bezug zum niedrigsten Rotorflügelpunkt der WEA (gelb: Ergebnisse mit den WP A11 und A4, orange: höchste Totfundrate ohne Berücksichtigung WP A11 und A4)

Niedrigster Rotorflügelpunkt	Anzahl untersuchter WEA	Anzahl Kontrollen	Alle Totfunde (n = 113)		Gehölzgebundene, niedrig jagende Arten: Rauhaut-, Zwerg-, Mücken- und Nordfledermaus, Großes Mausohr (TF n = 44)	
			absolute Anzahl Totfunde	Anzahl Totfund/ Kontrolle	Anzahl Totfunde	Anzahl Totfunde/ Kontrolle
< 30 (ohne B3, B4,B5)	7	595	6	0,0101	5	0,0084
30 – 39	34	1386	44	0,0317	27	0,0194
30 – 39 ohne A11	24	1006	15	0,0149	4	0,0039
40 - 49	20	883	9	0,0102	2	0,0027
50 – 59	32	1761	46	0,0261	13	0,0075
50 – 59 ohne A4	27	1366	14	0,0102	7	0,0051
60 - 69	11	568	7	0,0123	2	0,0035
70 <	7	369	0	0	0	0

4.10.4 Gesamthöhe der WEA

Die Gesamthöhe der Anlagen ergibt sich aus der Nabenhöhe plus Rotorradius. Anlagen mit einer Gesamthöhe von 80 bis 90 Metern weisen die höchste Anzahl an Totfunden je kontrollierte Anlage mit 0,0184 Tieren auf, ohne Einbeziehung der Windparks A4 und A11.

Das Konfliktpotenzial für im freien Luftraum jagende Arten ist ebenfalls bei einer Gesamthöhe von 80 bis 90 m am höchsten.

Insgesamt betrachtet scheint nach den vorliegenden Ergebnissen die Gesamthöhe der WEA keinen maßgeblichen Einfluß auf die Totfundrate zu besitzen. Dies trifft auch auf im freien Luftraum jagende Arten zu.

Tabelle 18 Totfunde in Bezug zur Gesamthöhe der WEA (gelb: Ergebnisse mit den WP A11 und A4, orange: höchste Totfundrate ohne Berücksichtigung WP A11 und A4, Höhenklasse 90- 99 m fehlend, da nur eine untersuchte WEA)

Gesamthöhe in m	Anzahl untersuchter WEA	Anzahl Kontrollen	Alle Totfunde (n = 114)		Im Freien Luftraum jagende Arten: Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Breitflügel- und Zweifarbfledermaus (n = 68)	
			absolute Anzahl Totfunde	Anzahl Totfunde/Kontrolle	absolute Anzahl Totfunde	Anzahl Totfund/Kontrolle
< 60	14	601	0	0	0	0
60 - 69	11	539	1	0,0018	0	0
70 - 79	9	331	1	0,0030	1	0,0030
80 - 89	13	489	9	0,0184	8	0,0163
100 - 109	29	1405	14	0,0099	6	0,0043
110 - 119	21	1016	36	0,0365	15	0,0148
110 – 119 ohne A11	11	636	7	0,0110	9	0,0142
120 - 129	18	1029	11	0,0106	6	0,0058
130 - 139	11	568	7	0,0123	5	0,0088
141	18	971	35	0,0360	27	0,0278
141 ohne A4	13	576	3	0,0052	1	0,0017

5 Diskussion

5.1 Artenspektrum und Status der an den Windenergieanlagen kollidierten Fledermäuse

Bei den Totfunden von 2002 bis 2006 in Sachsen wurden zehn Arten festgestellt. Insgesamt zeigt sich, dass in Sachsen v. a. der Abendsegler durch WEA gefährdet ist, gefolgt von Rauhaut- und Zwergfledermaus. Beim Vergleich der 2006 gewonnenen Daten mit den Totfunddaten der Vorjahre ergeben sich Unterschiede. So scheint nach den Altdaten die Rauhautfledermaus stärker betroffen zu sein, als der Abendsegler. Zu beachten ist hierbei, dass die 2002 - 2005 erhobenen Daten auf Grund räumlicher und zeitlicher Einschränkungen (siehe Pkt. 3.8) den Anteil der einzelnen Fledermausarten unter den

Kollisionsopfern an WEA in Sachsen nur verzerrt aufzeigen. So liegt der zeitliche Schwerpunkt der Untersuchungen 2002 - 2005 von Mitte August bis Ende September, so dass die Zeitspanne des Ausfliegens der jungen Abendsegler aus den Wochenstuben fehlt und der Abendsegler bei den Altdaten unterrepräsentiert ist.

Insgesamt sind in Sachsen bislang 19 Fledermausarten nachgewiesen. Demnach war ca. die Hälfte der sächsischen Fledermausarten von Kollisionen mit WEA betroffen. Ein Teil der Arten trat wahrscheinlich auch nicht im Umkreis von WEA auf. Für einige weitere Fledermausarten liegen jedoch Detektor-nachweise in den Windparks bzw. ihrem unmittelbaren Umfeld vor. Über Detektorbegehungen an ausgewählten Standorten konnten insgesamt 14 Fledermausarten festgestellt werden. Demnach

gab es eine Anzahl von Arten, die ebenfalls in der Nähe der WEA gejagt haben, aber offensichtlich nicht mit den Rotorflügeln kollidiert sind. Dazu gehören Große bzw. Kleine Bartfledermaus, Fransenfledermaus, Braunes bzw. Graues Langohr, Mopsfledermaus und Wasserfledermaus. Andererseits zeigte sich auch, dass nicht für alle der tot aufgefundenen Fledermausarten in einem Windpark auch Detektornachweise vorliegen. Dies kann einerseits auf die geringe Anzahl an Detektorbegehungen (nur stichprobenartig) zurückgeführt werden, andererseits aber auch auf Zugsbewegungen hindeuten, die vom Boden mit dem Detektor nicht erfassbar sind. Zu berücksichtigen sind die Grenzen der Artbestimmung bei Detektorerfassungen und die geringe Reichweite der Laute einiger Arten. Eine abschließende Aussage ist hierzu nicht möglich. Nach BEHR & HELVERSEN (2006) ergaben sich im Vergleich der Aufzeichnungen von Fledermausrufen mit Batcordern am Rosskopf am Boden, in ca. 38 m Höhe auf einem Turm am Windpark und im Gondelbereich der WEA von 66 m größere Unterschiede. Die am Boden befindlichen Batcorder registrierten deutlich mehr Aktivitäten über Fledermausrufe, als die Batcorder in 38 m Höhe und die Batcorder im Gondelbereich insgesamt weniger als am Boden und in 38 m Höhe. Ebenso unterscheidet sich das Artenspektrum: so wurde der Kleine Abendsegler nur im Gondelbereich registriert, Myotis-Arten nur am Boden. Das Artenspektrum der aufgefundenen toten Fledermäuse entsprach dem im Gondelbereich registrierten Artenspektrum.

Die benannten Unterschiede im Artenspektrum zeigen ein methodisches Problem bei der Einschätzung des Gefährdungspotenzials für Fledermäuse an WEA durch Bestands-erfassungen am Boden mittels Detektor-

begehungen und Horchkästen: eine hohe Individuendichte und ein breites Artenspektrum sind nicht zwingend gleichzusetzen mit einer hohen Mortalität. Umgekehrt kann z. B. das Konfliktpotenzial für die hoch jagende Zweifarbfledermaus schnell unterschätzt werden, da sie durch Detektoren schwerer erfassbar ist. Dieses methodische Problem zeigt die Grenzen bei der Vorabschätzung eines Standortes bezüglich des Konfliktpotenziales zwischen WEA und Fledermäusen. Nach Bau und Inbetriebnahme neuer WEA ist daher ein Schlagopfer-Monitoring dringend erforderlich. Dadurch können im Vorfeld nicht erkennbare Konflikte deutlich und entsprechend konfliktmindernde Maßnahmen in Angriff genommen werden. Umgekehrt können sich an einem Standort, an dem nach gutachterlicher Vorabschätzung Konflikte zu erwarten sind und daher eine Abschaltung der WEA im Hauptgefährdungszeitraum empfohlen wurde, diese Maßnahmen als nicht zwingend erweisen.

Bei der Geschlechterverteilung zeigt sich mit insgesamt mit 49 Männchen und 44 Weibchen ein relativ ausgewogenes Verhältnis. Unausgeglichene Verhältnisse treten bei Rauhaufledermaus (13 Männchen, sechs Weibchen) und Zwergfledermaus (zwei Männchen, sieben Weibchen) auf. Erklärungsmöglichkeiten bestehen in der Lage von Männchenquartieren im Umfeld eines Windparks (z. B. für Rauhaufledermaus) oder in der Nähe zu Wochenstuben (z. B. bei Zwergfledermaus).

Interessant ist die altersspezifische Verteilung der Totfunde. So sind 66 % der Kollisionsopfer juvenil und lediglich 34 % der Kollisionsopfer adult. Am eindrucksvollsten ist die ungleiche Verteilung beim Abendsegler. Bei 54 von 57

Individuen des Abendseglers, deren Alter bestimmbar war, handelte es sich um juvenile Tiere, so dass bei dieser Art ein erhöhtes Kollisionsrisiko für Jungtiere eindeutig ist. Eine Erklärung für den hohen Anteil an Jungtieren unter den Abendseglern könnte das von HORN & ARNETT (2005) mehrfach beobachtete Inspektionsverhalten nach Auflösung der Wochenstuben sein. Zu beachten ist das unterschiedliche Artenspektrum bei den amerikanischen Untersuchungen im Vergleich mit den Studien in Deutschland, die Übertragbarkeit ist daher unter Umständen problematisch. HORN & ARNETT berichten, wie einzelne Fledermäuse den Mast und die sich langsam drehenden Rotoren inspizieren, indem sie wiederholte Male nahe am Flügel vorbeifliegen oder versuchen die Spitze der sich langsam drehenden Rotoren zu jagen. Das Inspektionsverhalten dürfte im Zeitraum Mitte Juli bis Mitte September nach Auflösung der Wochenstuben besonders ausgeprägt sein.

Für diesen Zeitraum wurden in bisher durchgeführten Studien sowie auch in der vorliegenden Studie die größten Anzahlen an Kollisionsopfern gefunden. So ist anzunehmen, dass es bei den Abendseglern zu einer Gewöhnung oder Meidung adulter Tiere an die WEA kommt, wohingegen juvenile Tiere infolge ihrer Unerfahrenheit und ihres Neugierverhaltens häufiger von den Rotoren erfasst werden.

Ein ähnlicher Sachverhalt könnte bei der Breitflügel- und Zwergfledermaus zu dem höheren Anteil juveniler Kollisionsopfer geführt haben.

Bei der Rauhautfledermaus überwiegen die adulten Tiere unter den Totfunden (21 adulte Tiere von 24 Totfunden). Da Sachsen überwiegend als Durchzugs- und Rastgebiet dieser Art frequentiert wird und Vermehrungsnachweise hier bisher nur in zwei Fällen gelangen, kann vermutet werden, das

erhöhte Mortalitätsraten von Jungtieren auf Grund von Unerfahrenheit eher im engeren Wochenstubenbereich (überwiegend außerhalb Sachsens) kurz nach dem Ausfliegen auftreten und zu einem späteren Zeitpunkt keine große Rolle mehr spielen.

In Untersuchungen in Brandenburg (BENGSCHE 2005) vom 22.8. bis 22.10.2005 wurde bei den auftretenden Totfunden ein ausgeglichenes Verhältnis von Jung- und Alttieren festgestellt bei ähnlichem Artenspektrum unter den insgesamt 47 Totfunden (Abendsegler 38 %, Rauhautfledermaus 36 %, Zwergfledermaus 21 %). Dies könnte v. a. am unterschiedlichen Untersuchungszeitraum liegen.

5.2 Monatliche Verteilung der Totfunde

Die vorliegende Studie erfasst im Untersuchungszeitraum sowohl die Wochenstubenzeit, als auch den Herbstzug. Bezüglich des Untersuchungszeitraumes liegen unmittelbar vergleichbare Studien bundesweit nicht vor, v. a. bezogen auf eine systematische Totfundsuche zur Wochenstubenzeit. Die Untersuchungen erfolgten überwiegend im Spätsommer und Herbst. Etliche Studien belegen (u. a. KEELEY et al. 1999; DÜRR & BACH 2004; ENDL et al. 2004, BRINKMANN et al. 2006), dass die Kollisionen schwerpunktmäßig von Ende Juli, nach Auflösung der Wochenstuben bis Ende September, d. h. zum Herbstzug, auftreten. In der Studie von BRINKMANN et al. (2006) wurden höhere Kollisionsopferzahlen vor allem bei der Zwergfledermaus im August nach Auflösung der Wochenstuben ab Mitte bis Ende Juli nachgewiesen.

Für den Untersuchungszeitraum von Mitte Mai bis Ende Juni (zwei Begehungen/WEA/Woche) wurden nur sieben Totfunde festgestellt. Alle

sieben Totfunde erfolgten in Ostsachsen (Muskauer Heide, Östliche Oberlausitz). Dieses Ergebnis deutet darauf hin, das in der Wochenstubenzeit bis zum Zeitpunkt der Auflösung der Wochenstuben in Sachsen nur wenige Fledermäuse an WEA verunglücken. BRINKMANN et al. (2006) kamen in ihrer Studie für ein Untersuchungsgebiet in Baden-Württemberg, die auch einige Begehungen im Frühjahr und zur Wochenstubenzeit einschloss, zu demselben Ergebnis. Im Ergebnis amerikanischer Untersuchungen (ERICKSON et al. 2002 u. a.) wurde festgestellt, dass sich residente Arten an Windparks gewöhnen können und sogar Jagdflüge zwischen Rotorblättern beobachtet werden konnten.

Mit vier Totfunden der Rauhauffledermaus im Frühjahr (drei davon im Mai, also noch zur Durchzugszeit der Art in Sachsen, ein Totfund im Juni) war der Anteil dieser Art bei den Totfunden von Mitte Mai bis Ende Juni am größten. Im Weiteren wurden zwei Zweifarbfledermäuse und ein Abendsegler (alle drei Männchen, gefunden in einem Windpark im Naturraum Muskauer Heide) im Frühjahr festgestellt.

Die höchsten Totfundraten traten ca. Mitte Juli bis ca. 20. August auf. Dies betrifft den Zeitraum der Auflösung der Wochenstuben, noch nicht den eigentlichen Herbstzug (mit Ausnahme der Rauhauffledermaus). Dieser wird für den Abendsegler in Sachsen für den Zeitraum von Mitte September bis Mitte Oktober angegeben, für die Rauhauffledermaus vom August bis November (LFUG & NABU 1999).

Bei einem angenommenen Geburtszeitraum der Jungtiere bei den meisten heimischen Fledermausarten Anfang bis Mitte Juni (NATUSCHKE 2002/Reprint von 1960, SKIBA 2003) und den ersten Flugversuchen nach 5 bis 6 Wochen fliegen im Durchschnitt im Juli die ersten

Jungtiere aus. Dies könnte die hohe Totfundrate im Juli und den hohen Anteil an Jungtieren bei den Totfunden in diesem Zeitraum (ca. 81 %, siehe Tabelle 2) erklären. Im August ist ebenfalls eine hohe Totfundrate zu verzeichnen, wobei hier das Auftreten der Rauhauffledermaus (neun Totfunde, alles adulte Tiere) ab Mitte August bereits als Zug bzw. Aufenthalt im Paarungsquartier anzusehen ist. Insgesamt ist bei den im August verunglückten Tieren wiederum ein hoher Anteil an Jungtieren festzustellen. Er liegt bei Herausnehmen der adulten Rauhauffledermäuse als Zegerscheinung bei ca. 71 %.

Deutlich wird aus den Untersuchungen, dass die Laktationsphase der Wochenstubenzeit als relativ unproblematisch angesehen werden kann, während der Zeitraum der hauptsächlich Gefährdung in Sachsen mit dem Ausfliegen der unerfahrenen Jungtiere in einem Zusammenhang steht. Im Herbst- zur Zugzeit vieler Arten- ist die Anzahl an Totfunden in Sachsen wieder deutlich geringer.

5.3 Naturräumliche Verteilung der Totfunde

Durch die relativ hohe Anzahl untersuchter Windparks und die Lage der Windparks in elf unterschiedlichen Naturräumen Sachsens ist im Ergebnis der Untersuchungen erstmals ein landesweiter Vergleich der Problemsituation möglich. Bei Untersuchungen von Windparks in Ostsachsen hatte sich in den Vorjahren bereits gezeigt, dass gehäuft Totfunde von Fledermäusen unter WEA auftreten. Von diesen, zunächst überraschenden Funden ausgehend wurde bislang angenommen, dass es in allen Windparks Sachsens mehr oder weniger zu Kollisionen zwischen Fledermäusen und WEA kommt.

Im Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen ergibt sich jedoch ein stark differenziertes Bild. Die

hohen Totfundraten betreffen im Wesentlichen folgende Naturräume in Ostsachsen: Muskauer Heide, Oberlausitzer Gefilde und Östliche Oberlausitz. Es ist aber auch festzustellen, dass nicht zwingend jeder Windpark bzw. jede WEA in den drei benannten Naturräumen ein hohes Konfliktpotenzial für Fledermäuse birgt. So wurde z. B. für einen kleinen Windpark mit zwei WEA (A5) im Lausitzer Gefilde kein Totfund nachgewiesen.

Andererseits können auch in anderen Naturräumen konfliktrichtige Standorte auftreten (z. B. im oder am Wald, in der Nähe von Feuchtgebieten). Im Naturraum Düben-Dahleener Heide wurde in dem einen untersuchten Windpark (C1) ebenfalls eine überdurchschnittliche Totfundrate festgestellt. Dieser Windpark befindet sich in der Nähe von Waldbereichen sowie der Elbe.

Die drei Windparks mit der höchsten Totfundrate befinden sich im Raum Ostsachsen in Höhenlagen von 120 bis 250 m ü. NN. Alle drei Windparks besitzen Waldgebiete und/oder Feldgehölze im Umkreis von 500 m um die WEA. In Bezug auf Landschaftsparameter wie z. B. Gewässernähe, Flächennutzung im unmittelbaren Umfeld der WEA oder wertvolle Altholzstrukturen gibt es jedoch wenig Übereinstimmung zwischen den drei Windparks.

Die naturräumliche Lage der Windparks ist demnach nur einer von mehreren Faktoren, welche zu einem erhöhten Konfliktpotenzial zwischen Windenergie und Fledermäusen führen können. Unklar ist, welche Parameter des Naturraumes dabei zu diskutieren sind. Hierfür wäre eine Analyse der Flächennutzungsstruktur im Radius von 15 - 20 km um die WEA sinnvoll, die jedoch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht durchführbar war.

Die drei Fledermausarten mit der höchsten Totfundrate im Rahmen der vorliegenden

Untersuchungen (Großer Abendsegler: ca. 52 %, Rauhaufledermaus ca. 21 %, Zwergfledermaus ca. 13 % der Totfunde) besitzen innerhalb Sachsens Hauptverbreitungsschwerpunkte in der Region Ostsachsen (LfUG & NABU 1999), so dass ein Zusammenhang zwischen der Lage der Wochenstuben und der Kollisionsgefahr für Fledermäuse an WEA wahrscheinlich ist.

Da die Totfunde gehäuft wandernde Arten betreffen, wäre neben der Nachweishäufigkeit von Fledermausquartieren in einem Gebiet auch das Vorhandensein von Fledermauszugkorridoren ein wesentlicher Aspekt, der zu verstärkten Kollisionen führen kann. Es liegt aber derzeit keine Datenlage vor, die Rückschlüsse auf Zugkorridore in Sachsen ermöglicht. Neben den „Zugkorridoren“ sind auch nahrungsreiche Gebiete als Rast- und Sammelgebiete von Bedeutung. In diesem Zusammenhang sind die Abendsegler-Konzentrationen markant. Bei der Rauhaufledermaus (wie auch beim Abendsegler) können auch Paarungsquartiere eine Rolle spielen. Die Männchen halten sich dann längere Zeit in einem Gebiet auf.

5.4 Verletzungen und Zustand der gefundenen Fledermäuse

77,5 % der Fledermäuse weisen frontale und 22,5 % dorsale Verletzungen auf. 50 % der Verletzungen betreffen die Extremitäten und Flughäute. Eine Kollision der Fledermäuse mit den drehenden Rotoren ist als Erklärungsmöglichkeit anzunehmen. Auf Grund der überwiegend frontalen Verletzungen scheinen die Tiere v. a. beim Anflug im Bereich der sich drehenden Rotorflügel zu verunglücken. Die Fledermäuse ohne äußere Verletzungen zeigen, dass Fledermäuse nicht zwangsläufig nur durch eine Kollision zu Tode kommen. Möglich wären auch innere Blutungen durch Verwirbelungen oder extreme Druckverhältnisse im Bereich der Rotoren. Die Todesursache der

Fledermäuse ohne äußerlich sichtbare Verletzungen ist gegenwärtig nicht erklärbar.

5.5 Abtragate, Suchefferizienz und Flächennutzung unter den WEA

Die Faktoren Abtragate, Suchefferizienz und Flächennutzung geben Auskunft darüber, inwiefern die festgestellte Totfundrate unter einer WEA die reale Anzahl an Kollisionsopfern widerspiegeln kann. Die Anzahl an toten Fledermäusen unter den WEA stellt nur einen Teil der tatsächlichen Schlagopfer dar, da nicht alle kollidierten Fledermäuse auch gefunden werden. Einfluß auf das Auffinden haben die Abtragate durch Prädatoren, die Suchefferizienz des Kartierers und die Flächennutzung unter den WEA. Die Parameter Abtragate und Suchefferizienz des Kartierers wurden zwar erfasst, aber auf Grund methodischer Probleme (siehe unten, Pkt. 5.5.1 und 5.5.2) nicht in die Auswertung einbezogen.

Die Flächennutzung bzw. die Absuchbarkeit der Flächen wurde bei den Totfundraten (Totfund pro WEA pro Begehung) berücksichtigt.

Auf Grund der Probleme bei der Ermittlung der Abtragate und der Suchefferizienz und der Tatsache, dass sich die drei Parameter gegenseitig beeinflussen (und damit nicht nacheinander hochgerechnet werden können) wurde auf eine Hochrechnung verzichtet.

5.5.1 Abtragate

Nach den vorliegenden Ergebnissen liegt die Abtragate bei Küken nach 5 Tagen bei ca. 50 %. Andere Autoren geben teilweise auch deutlich höhere Abtragaten an, z.B. DÜRR (2003) für zwei Windparks in Brandenburg: am 5. Tag waren von insgesamt 42 ausgelegten Küken nur noch 19% vorhanden.

Bei Betrachtung der Angaben zur Abtragate zeigt sich, dass ein Übertragen der Abtragate von Küken auf die Abtragate von Fledermäusen nicht möglich ist. Küken wurden im Rahmen der Studie in Sachsen 2006 doppelt so schnell abgetragen, wie die zum Vergleich ausgelegten Fledermäuse. Da sowohl die Küken, als auch die ausgelegten Fledermäuse sich vorher in eingefrorenem Zustand befanden (d. h. sie wurden vor dem Auslegen aufgetaut), ist hier ein weiterer Faktor gegeben, der die Vergleichbarkeit zur Abtragate bei frisch toten Fledermäusen erschwert. Erschwerend wirkt weiterhin der Einfluß der Jahreszeit (Sommer, Herbst) auf die unterschiedlichen Abtragaten.

Neben der Abtragate durch größere Prädatoren spielt auch Insektenfraß eine Rolle, der bis hin zum völligen Verschwinden der toten Fledermäuse führen kann. Die toten Fledermäuse werden hierbei überwiegend nicht im eigentlichen Sinne abgetragen, aber ihre Auffindbarkeit verschlechtert sich deutlich.

Zu ähnlichen Ergebnissen im Vergleich der Abtragate von Küken und Fledermäusen kam BENGSCHE (2005). Nach 7 Tagen waren von 16 ausgelegten Küken 10 und von 16 ausgelegten Fledermäusen 8 verschwunden.

Andere Ergebnisse beschreiben bezüglich der Abtragate ARNETT et al. (2005): in zwei Windparks im Plateaubereich der Appalachen stellten sie fest, dass frische Fledermäuse schneller abgetragen werden als vorher gefrorene und wiederum gefrorene Fledermäuse schneller als gefrorene Vögel. Bei der Höhe der Abtragate gab es zwischen den beiden von ARNETT et al. untersuchten Windparks große Unterschiede. Im Windpark Mountaineer waren innerhalb des ersten Auslegungstages 24 % der Fledermäuse verschwunden, einen Tag später bereits 70 %. Im Windpark Meyersdale verschwanden nur 3%

der Fledermäuse gleich am Auslegetag und noch am 7. Tag waren nur 16 % abgetragen. Diese Unterschiede erklären die Autoren mit dem Alter der Windparks. So besteht der Windpark Meyersdale mit der geringen Abtrage rate erst seit einem Jahr und der Lerneffekt für Prädatoren konnte daher noch nicht einsetzen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie für Sachsen 2006 zeigt auch in Zusammenschau mit Daten anderer Autoren, dass Prädatoren die Anzahl an Totfunden stark beeinflussen können. Die Daten lassen aber auf Grund der benannten Unsicherheiten keine Hochrechnung zu.

5.5.2 Suche ffizienz

Zwischen den Kartierern gab es zwar auf Grund des unterschiedlichen Erfahrungshintergrundes mit Fledermäusen und der Totfundsuche große subjektive Unterschiede, diese wurden jedoch durch die sehr unterschiedliche Flächennutzungsstruktur in den einzelnen Windparks überlagert sowie durch die Dauer der Totfundsuche. Eine sehr unerfahrene Kartiererin verwendete aus Unsicherheit z.B. in den ersten Wochen 2 h für die Totfundsuche unter einer WEA, wobei an sich generell nur 30 Minuten vorgesehen waren. Ein weiterer Faktor war die Art der Ausbringung der Attrappen zur Bestimmung der Suche ffizienz. Hier lassen sich subjektive Faktoren zwischen den Personen, die die Attrappen ausbringen, nicht vermeiden. Nahezu „versteckte“ Attrappen lassen sich deutlich schwerer finden, als offen ausgelegte. Als groben Näherungswert kann man annehmen, dass im Durchschnitt ca. die Hälfte der Attrappen gefunden wurde.

5.5.3 Flächennutzung

Die Flächennutzung unter den WEA bestimmt entscheidend die Auffindrate der Kollisionsopfer.

Die absuchbare Fläche lag zwischen 53 % und 81 %. Nicht berücksichtigt ist bei diesen Angaben, das auch bei den als prinzipiell absuchbar eingeschätzten Flächen der Schwierigkeitsgrad bei der Suche sehr unterschiedlich war. Als prinzipiell absuchbar wurde z. B. Grünland eingeordnet, wobei aber die Wahrscheinlichkeit des Auffindens von Kollisionsopfern in diesem Habitatbereich stark von der Höhe des Bewuchses abhing. Der Einflussfaktor Flächennutzung bezüglich der Auffindrate der toten Fledermäuse lässt sich daher nur grob einschätzen. Im Vergleich der Monate wird jedoch deutlich, dass zum Zeitpunkt der höchsten Totfundraten im Juli die Absuchbarkeit der Flächen unter den WEA mit 53 % am niedrigsten lag.

5.6 Einfluss der Gehölznähe

Dass die Nähe von WEA zu Gehölzen oder Waldrändern ein besonderes Konfliktpotenzial für Fledermäuse birgt, ist in mehreren Arbeiten bereits deutlich geworden. Besonders kritisch ist nach den vorliegenden Daten für Sachsen 2006 ein Abstand von weniger als 100 m zwischen Gehölz und Mastfuß. Interessant ist, dass dieser Zusammenhang sowohl für gehölzgebundene Arten (z. B. Zwergfledermaus), als auch für im freien Luftraum jagende Arten (z. B. Abendsegler) gegeben ist. Bei einem Abstand von ca. 100 m zwischen Mastfuß und Waldrand würden bei einer angenommenen Rotorlänge von 50 m im ungünstigsten Falle nur ca. 50 m Abstand zwischen Rotorspitze und Waldrand liegen, so dass die Gefahr für am Waldrand jagende Fledermausarten entsprechend auch sehr hoch ist.

Eine Erklärungsmöglichkeit für die erhöhten Totfundraten des Abendseglers an WEA in unmittelbarer Waldnähe besteht darin, dass gehölznahe Bereiche möglicherweise besonders

insektenreich sind oder sich im Windschatten von Gehölzen Insekten ansammeln. Ebenso wäre es möglich, dass der Abendsegler seine Quartiere in Baumhöhlungen bezieht und dann beim abendlichen Ausflug mit den Rotorflügeln kollidiert.

Andere Autoren konnten keinen Zusammenhang zwischen der Totfundrate und dem Gehölzabstand der WEA für den Abendsegler feststellen.

DÜRR (2003) gibt für Brandenburg folgende Mittelwerte für den Gehölzabstand an bezüglich der Totfunde. Für die Flughörnchenfledermaus (n = 10): acht von zehn Totfunden im Durchschnitt bei 40 m, Zwergfledermaus (n = 16): im Durchschnitt bei 55 m, Abendsegler (n = 9): kein Zusammenhang zwischen Gehölzabstand der WEA und Totfundrate. YOUNG et al. (2003) fanden bei einer Totfundzahl von n = 79 die Kollisionsopfer an WEA mit einer Entfernung von 8 bis 86 m zu den Gehölzen (Mittelwert 27,4 m).

5.7 Einfluss von Nachttemperaturen und Windgeschwindigkeiten auf die Totfundrate

5.7.1 Nachttemperatur

Ein Einfluss der nächtlichen Temperaturen auf die Aktivität von Fledermäusen ist prinzipiell anzunehmen. Der Zusammenhang zwischen Nachttemperaturen und der Totfundrate an WEA wird bislang jedoch nur von wenigen Autoren näher untersucht. Sehr gute Wetterdaten im Rahmen ihrer Untersuchungen standen ARNETT et al. (2005) zur Verfügung. Für einen der zwei untersuchten Windparks in den USA stellten sie im Ergebnis eine positive Korrelation fest, für den zweiten Windpark war jedoch kein Zusammenhang sichtbar.

Mit der vorhandenen Datenlage aus den sächsischen Untersuchungen 2006 ist es schwierig festzustellen, ob sich die Hypothese -

hohe Nachttemperaturen = hohe Aktivität der Fledermäuse = hohe Kollisionsgefahr = hohe Totfundrate - untersetzen lässt. Tendenziell scheint sich die Anzahl an Totfunden mit steigender Nachttemperatur ab 18°C zu erhöhen. Unter 9°C war kein Totfund zu verzeichnen.

Zu beachten ist der überlagernde Einfluss der Windgeschwindigkeit. So sind insbesondere die Sommermonate Juli und August gleichzeitig auch windarme Monate.

Ein weiterer möglicher Zusammenhang kann mit dem Reproduktionszyklus der Fledermäuse bestehen. Da die monatliche Verteilung der Totfundrate und der hohe Anteil an Jungtieren eine besondere Gefährdung der Fledermäuse mit dem Ausfliegen der Jungtiere aus den Wochenstuben zeigt, ergibt sich damit auch eine erhöhte Totfundrate zu einem Zeitpunkt mit hohen Nachttemperaturen im Juli 2006.

5.7.2 Windgeschwindigkeit

Ebenso wie bei den Nachttemperaturen ist ein Einfluß der Windgeschwindigkeiten auf die Aktivität der Fledermäuse prinzipiell anzunehmen.

Bei ARNETT et al. (2005) traten Totfunde bei Drehgeschwindigkeiten von 15,6 rpm (Umdrehungen pro Minute) und 12,4 rpm auf. Die höchste Totfundrate wurde bei 17 rpm registriert. Sieben der acht mit einer Kamera festgehaltenen Kollisionen traten bei 17 rpm auf. Bei dieser Drehgeschwindigkeit fangen die WEA (hier Micon 72C) gerade an zu laufen bzw. Strom produzieren. Allerdings können die WEA auch vorher bereits leicht drehen. Die Untersuchungen von ARNETT et al. (2005) ergaben eine negative Korrelation zwischen der mittleren Windgeschwindigkeit pro Nacht und der Totfundrate.

Nach den vorliegenden Ergebnissen aus Sachsen 2006 ist bei bis zu 2 m/s (Daten

Wetterstationen, in 10 m Höhe) die höchste Totfundrate zu verzeichnen. Zu diesem Zeitpunkt besitzen die WEA keine oder nur eine sehr geringe Drehgeschwindigkeit. So liegt z. B. die Einschaltgeschwindigkeit bei einer bestimmten Anlage (RD 71 m, 2000 KW) bei 2,5 m/s. Die Nennleistung wird erst bei 13,5 m/s erreicht.

Da die Werte der Wetterstationen für die Windgeschwindigkeiten in Turmhöhe einer WEA nicht aussagekräftig sind, kann man zwar davon ausgehen, dass tatsächlich mit zunehmendem Wind die Totfunde abnehmen, der Wert von 2 m/s jedoch zu niedrig ist, betrachtet man die Windgeschwindigkeit im Gondelbereich. Beim Vergleich vorliegender Daten von Betreibern der Windparks A10 und C3 für den Untersuchungszeitraum mit den Daten der angrenzenden Wetterstationen ergab sich Folgendes: im Gondelbereich lag der Wert für die Windgeschwindigkeit um 2,2 bzw. 1,8 m/s über dem Wert der Wetterstationen in 10 m Höhe. Je nach Turmhöhe der WEA und Lage der Wetterstation sind hier Abweichungen gegeben zwischen der Windgeschwindigkeit, die an der Wetterstation gemessen wird, und der tatsächlichen Windgeschwindigkeit im Gondelbereich.

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist als Anhaltspunkt für den Bereich der Windgeschwindigkeit mit der höchsten Kollisionsgefahr eine Windgeschwindigkeit von 4 - 4,5 m/s anzunehmen. Dieser angenommene Wert basiert zum einen auf dem oben benannten Vergleich, liegt aber auch im Bereich des Mittelwertes der nächtlichen Windgeschwindigkeiten im Windpark A10 (4,3 m/s) in den Nächten mit Kollisionsopfern (n = 9). Es handelt sich aber auch hier nur um eine erste Annäherung, da die 10-Minutenwerte innerhalb einer Nacht starke Differenzen in der Windgeschwindigkeit aufweisen, der genaue Zeitpunkt der Kollision nicht bekannt und

demnach die entsprechende Windgeschwindigkeit nicht ermittelbar ist.

Interessant sind in diesem Zusammenhang die Untersuchungen zu Fledermausaktivitäten am Rosskopf (BEHR & HELVERSEN 2006). So wurden bei einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s regelmäßig Fledermausrufe im Gondelbereich über Batcorder aufgezeichnet. Mit zunehmender Windgeschwindigkeit nahmen die Fledermausaktivitäten jedoch stark ab. Bei 6,5 m/s erfolgten nahezu keine Registrierungen mehr. 95,7 % der Intervalle mit Fledermausregistrierungen fanden bei Windgeschwindigkeiten unter 6 m/s statt.

5.8 Einfluss von technischen Parametern auf die Totfundrate

Der Einfluss der technischen Parameter auf die Kollisionswahrscheinlichkeit von Fledermäusen an WEA ist schwierig zu bewerten, da sich Faktoren wie z. B. Nabenhöhe und Rotorlänge überlagern. Erschwerend kommt weiterhin hinzu, dass sich z. B. die älteren WEA mit niedrigeren Nabenhöhen und Rotorlängen schwerpunktmäßig im Gebirgsbereich befinden, so dass Windgeschwindigkeiten und Nachttemperaturen an diesen Standorten den möglichen Einfluss technischer Anlagenparameter überdecken. Ein weiteres Problem stellt die Konzentration der Totfunde in wenigen Windparks dar, woraus entsprechend einer Überrepräsentanz dieser Standorte in der Datenlage entsteht.

Nach vorhandener Datenlage zeigt sich für die untersuchten Windparks die Tendenz, dass WEA mit längeren Rotoren eine höhere Totfundrate aufweisen. Anlagen mit einem Rotordurchmesser von 50 bis 79 m haben gegenüber den älteren Anlagen mit einem Rotordurchmesser von bis zu 49 m eine um den Faktor 1,68 erhöhte Totfundrate. Bei Anlagen mit einem Rotordurchmesser von 80 bis > 90 m beträgt dieser Faktor

gegenüber den älteren Anlagen ca. 2, d. h. die Totfundrate verdoppelt sich in etwa mit Verdopplung der Rotorlänge.

Im Gegensatz dazu stehen allerdings die Ergebnisse in Bezug auf die Anlagenhöhe. Hier ergibt sich bei den sehr hohen WEA mit einer Gesamthöhe ab 130 m keine höhere Totfundrate, als bei niedrigeren WEA (abgesehen von den sehr niedrigen Altanlagen mit unter 60 m Gesamthöhe). Demnach wäre die Tendenz zum Bau höherer WEA nicht gleichbedeutend mit einem größeren Konfliktpotenzial für Fledermäuse.

Ein möglichst großer freier Bodenabstand scheint für gehölzgebundene Arten die Kollisionsgefahr zu verringern. Bei einem geringen Bodenabstand (30 bis 40 m) lag die Totfundrate am höchsten.

Auf Grund der benannten Probleme bei der Auswertung sind jedoch weitere Untersuchungen des Zusammenhanges zwischen der Kollisionsgefahr für Fledermäuse und den technischen Anlagenparametern notwendig.

6 Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie werden im Folgenden Schlussfolgerungen abgeleitet, die dem vorliegenden Kenntnisstand entsprechen. Verallgemeinerungen oder die Ableitung von generellen Tabukriterien für den Bau von WEA an einem bestimmten Standort sind jedoch nicht möglich. Die Komplexität der Problematik zeigt, dass jeder Standort auf Grund seiner gegebenen Spezifik für sich zu beurteilen ist. In einigen Fällen wird auch deutlich, dass die zu Grunde liegende Datenbasis für sichere Aussagen noch nicht ausreicht. Insgesamt besteht weiterhin ein hoher Forschungsbedarf.

Die nachfolgenden Schlußfolgerungen sollen jedoch dabei helfen, das jeweilige Risiko für Fledermäuse an einem Standort besser einschätzen zu können und eine

Konfliktminimierung, basierend auf dem verfügbaren Wissensstand, zu ermöglichen.

6.1 Räumliche Konfliktschwerpunkte

Die räumliche Verteilung der Konflikte zwischen Windenergieanlagen und Fledermäusen zeigt eine regionale Schwerpunktsetzung in Ostsachsen. Die konfliktreichen Windparks in Ostsachsen befinden sich in sehr unterschiedlichen landschaftlichen Ausprägungen des unmittelbaren Umfeldes (Agrarlandschaft mit Feldgehölzen, Agrarlandschaft in Kombination mit Kiefernstangenhölzern, Bergbaufolgelandschaft), so dass ein Zusammenhang zwischen dem unmittelbaren Umfeld der Windparks und einem erhöhten Kollisionsrisiko nicht erkennbar ist. Eine erweiterte Landschaftsanalyse könnte hier weiteren Aufschluß geben. Möglich ist, dass der großräumige landschaftliche Zusammenhang (z. B. Nähe zur Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft, u. a. mit zahlreichen Wochenstuben des Abendseglers) entscheidend ist für das grundsätzliche Konfliktpotenzial in diesem Landschaftsraum.

Entsprechend diesen Ergebnissen ist in Ostsachsen eine Neuausweisung von Windvorranggebieten bzw. ein weiterer Ausbau der bestehenden Windparks besonders behutsam zu planen.

Geringe Totfundraten wurden zum einen in Windparks an Mittelgebirgsstandorten sowie andererseits in Windparks in ausgeräumten Agrarlandschaften in Mittel- und Westsachsen ermittelt.

Hinsichtlich eines geringen Konfliktpotenzials mit Fledermäusen erscheinen Standorte im Mittelgebirgsraum, besonders in den höheren Lagen, geeignet. Die Höhenlage mit den häufig extremen Witterungsverhältnissen sowie das

weitgehende Fehlen des Abendseglers reduzieren hier das Konfliktpotenzial für die Fledermäuse erheblich. Allerdings sind weitere Konfliktfelder wie Vogelschutz oder Landschaftsbild zu berücksichtigen.

Standorte in strukturarmen Agrarlandschaften erscheinen prinzipiell ebenfalls geeignet. Diese Standorte befinden sich überwiegend im Flachland Mittel- und Westsachsens. Im Gegensatz zu den Mittelgebirgsstandorten ist hier jedoch der Abendsegler während des Zuges stärker vertreten, so dass das Gefährdungspotenzial für diese Art mit betrachtet werden muss.

6.2 Zeitliche Konfliktschwerpunkte im Jahresverlauf

Nach den vorliegenden Daten lässt sich der Zeitraum eingrenzen, in dem es zu verstärkten Kollisionen von Fledermäusen an WEA in Sachsen kommt. 2006 wurden v. a. von Mitte Juli bis Ende August und in geringerem Maße im September Kollisionsopfer gefunden. Daher ist insbesondere in diesem Zeitraum eine Totfundsuche unter neu errichteten WEA zu empfehlen, wenn für den Standort entsprechende Auflagen für ein Monitoring nach Bau des Windparks im Rahmen des Genehmigungsverfahrens erteilt werden müssen.

Relevant ist der Zeitraum Mitte Juli bis Ende August besonders auch für eine Konfliktminderung durch zeitweises Abschalten der WEA in Windparks in der Nähe von Wochenstuben oder von Anlagen, an denen zahlreiche Verluste registriert wurden (Pkt.6.5).

6.3 Gehölznähe der WEA

Bei der Feinplanung von Anlagenstandorten ist die Gehölznähe ein wesentlicher Faktor, der im Sinne einer Konfliktminimierung zu beachten ist. Nach den Ergebnissen der Studie sind

Anlagenstandorte mit weniger als 100 m Abstand zu Gehölzen oder zum Waldrand als besonders kritisch anzusehen. Hier muss eine genaue Prüfung des Einzelfalles erfolgen.

Zu beachten ist die Resolution 5.6 „Wind Turbines and Bat Populations“ (Eurobats, 5th Session of the Meeting of Parties, Ljubljana 2006), die einen Abstand von 200 m zu Waldrändern und geschlossenen Gehölzen im Sinne eines vorbeugenden Fledermausschutzes empfiehlt.

Heckenpflanzungen oder Aufforstungen innerhalb oder in der Nähe von Windparks sollten auf keinen Fall vorgenommen werden.

6.4 Wahl der Anlagenkonfiguration

Im Sinne einer vorbeugenden Konfliktminimierung ist die Anlagenkonfiguration in Abhängigkeit von den landschaftlichen Gegebenheiten zu betrachten.

In Bezug auf die Gefährdung überwiegend gehölzgebunden fliegender Fledermausarten erscheint eine große Anlagenhöhe bei großem Bodenabstand zwischen Boden (bzw. Waldoberkante) und Rotorflügelspitze vorteilhaft zu sein, ohne dass die Gesamthöhe der WEA ein größeres Gefährdungspotenzial für im freien Luftraum jagende Arten bewirkt.

Hier bieten die verschiedenen Hersteller von WEA auch eine entsprechende Auswahlmöglichkeit an. Es werden Anlagen u. a. mit Turmhöhen von 97 und 107 m angeboten bei einem gleichbleibenden Rotordurchmesser von 82 m. Andere Anlagen werden mit 80 und 100 m Turmhöhen angeboten und zwei verschiedenen Rotorlängen: Rotordurchmesser von 82 m bzw. 92,5 m. Eine andere Firma bietet Anlagen mit Turmhöhen von 60, 85, 95 und 105 m an bei einem Rotordurchmesser von 80 m oder 90 m (Quelle: Windenergie 2006 - Marktübersicht, Bundesverband WindEnergie e.

V.). Für Windparks in Gehölz- oder Waldnähe wäre die Wahl großer Turmhöhen mit geringem Rotordurchmesser für einen großen Bodenabstand (z. B. mit 107 m Turmhöhe oder mit 105 m Turmhöhe) zum Schutz vorwiegend gehölzgebundener Arten vorteilhaft.

Die für den Fledermausschutz günstigsten Optionen müssen im Ergebnis einer Einzelfallprüfung für jeden Standort ermittelt werden. Wesentlich sind das jeweilige Artenspektrum an Fledermäusen mit seiner zeitlichen und räumlichen Verteilung sowie die konkreten Standortgegebenheiten.

So kann z. B. die Gehölznähe in einigen Fällen weniger problematisch sein, wenn es sich um gedrungene, windexponierte Waldbereiche (Windparks B3, B5).

6.5 Konfliktminderung durch zeitweises Abschalten der WEA

Durch eine zeitweise nächtliche Abschaltung der Windenergieanlagen in Konfliktgebieten zwischen WEA und Fledermäusen ist in einem Großteil der Windparks eine erhebliche Konfliktminderung erreichbar. Diese Möglichkeit der Konfliktminderung besteht vor allem in den Fällen, in denen sich der Windpark in räumlicher Nähe zu Wochenstuben befindet, da sich dann der Hauptgefährdungszeitraum mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den Zeitraum der Auflösung der Wochenstuben bezieht und sich gut eingrenzen lässt. Da es sich bei den kritischen Monaten um die windschwachen Monate Juli und August handelt, ist der Ertragsausfall entsprechend auch geringer. Abgeschaltet werden müsste von ca. 1 h vor Sonnenuntergang bis ca. 4 Uhr am Morgen (danach keine Aktivitäten mehr bei Aufzeichnungen über Horchkisten in Windparks). Nach derzeitigem Kenntnisstand können die WEA jedoch bei Nachttemperaturen $< 9^{\circ}\text{C}$ und

Windgeschwindigkeiten über ca. 6,5 m/s auch in den beiden kritischen Monaten betrieben werden. Mit dieser Maßnahme erreicht man keine vollständige Reduzierung des Konfliktes, d. h. es wird trotzdem noch zu Kollisionen kommen, diese lassen sich aber voraussichtlich um ca. 80 % reduzieren (siehe Tabelle 4a / monatliche Verteilung Totfunde sowie Abbildungen 11 / Totfunde und Nachttemperaturen und 13 / Totfunde und Windgeschwindigkeiten).

6.6 Relevanz der Kollisionsgefahr an WEA auf die Fledermauspopulationen

Für den Fledermausschutz ist die Frage der Populationsrelevanz von Beeinträchtigungen der Fledermäuse durch WEA wesentlich. Für eine derartige Betrachtung fehlen jedoch in der Regel ausreichend Daten zur lokalen Fledermauspopulation, eine möglichst genaue Abschätzung der Anzahl an Kollisionsopfern (d. h. eine gute Datenbasis für eine Hochrechnung der Totfunde im Rahmen der Nachsuche unter WEA mit Einflussparametern wie Abtragate, Sucheffizienz und Flächennutzung) sowie Angaben zu natürlichen Mortalitätsfaktoren.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung in Sachsen 2006 erscheint die Frage nach einer möglichen erheblichen Beeinträchtigung der lokalen Fledermauspopulation für Windparks mit fehlenden oder nur ein bis zwei Totfunden nach gegenwärtigem Kenntnisstand irrelevant.

Die grundsätzliche Fragstellung der Populationsrelevanz lässt sich aber im Rahmen der vorgelegten Untersuchungsergebnisse nicht beantworten.

7 Zusammenfassung

Untersuchungsschwerpunkt Totfundsuche

Im Rahmen der Studie fanden Untersuchungen in insgesamt 26 Windparks mit 145 WEA statt. Es erfolgte eine Totfundsuche von Mitte Mai bis Ende September 2-mal wöchentlich. Darüber hinaus wurde an 10 Standorten die Totfundsuche von August bis Ende September 5-mal wöchentlich realisiert.

Bei Betrachtung aller 6987 Kontrollen ergibt sich eine durchschnittliche Fundrate von 0,018 toten Fledermäusen pro Begehung pro WEA unter Berücksichtigung der Absuchbarkeit der Flächen.

Artenspektrum, Sex, Alter

Artenspektrum

Insgesamt wurden unter den Totfunden 2006 neun verschiedene Fledermausarten registriert. Mit insgesamt 59 Tieren (51,7 %) war der Abendsegler (*Nyctalus noctula*) am häufigsten vertreten, gefolgt von Rauhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) mit 24 Tieren (21 %) und Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) mit 15 Tieren (13,2 %).

Bei Betrachtung der Gesamtdaten zu Totfunden von Fledermäusen unter WEA von 2002 bis 2006 (n = 216) führt der Abendsegler die Totfundliste mit 87 Tieren an (40 %), gefolgt von der Rauhauffledermaus mit 63 Tieren (29 %) und der Zwergfledermaus mit 30 Tieren (14 %).

Sex

Insgesamt zeigte sich 2006 ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis mit 49 Männchen zu 44 Weibchen. Demnach erscheint die Opferquote an WEA nicht geschlechterspezifisch.

Alter

Altersbedingt zeichnen sich deutliche Unterschiede in den Totfundraten ab. So ergibt sich ein deutlicher Überhang der Jungtiere (63 %) gegenüber den Alttieren (34 %). Von 57 Abendseglern waren 54 der Individuen juvenil. Dies

deutet auf ein erhöhtes Kollisionsrisiko für Jungtiere unter den Abendseglern hin. Eine ebenfalls auffällige, ungleiche Altersverteilung ist mit 21 adulten von 23 Totfunden unter den gefundenen Rauhauffledermäusen vorhanden.

Monatliche Verteilung der Totfunde

In den Monaten Mai und Juni ergab die Totfundsuche nur sehr wenige Kollisionsopfer. Die weitaus höchsten Totfundraten traten im Juli mit 0,0911 Totfunden/Begehung/WEA auf, gefolgt vom August mit 0,0282 Totfunden/Begehung/WEA. Damit betrifft der Hauptgefährdungszeitraum den Zeitraum der Auflösung der Wochenstuben, noch nicht den eigentlichen Herbstzug (mit Ausnahme der Rauhauffledermaus). Der Herbstzug wird für den Abendsegler in Sachsen für den Zeitraum von Mitte September bis Mitte Oktober angegeben, für die Rauhauffledermaus vom August bis November. Im September wurden weniger Nachweise toter Fledermäuse unter WEA erbracht werden (0,0086 Totfunde/Begehung/WEA).

Naturräumliche Verteilung der Totfunde

Sieben der 26 untersuchten Windparks weisen im Vergleich eine überdurchschnittliche Totfundrate auf. Bezogen auf einzelne Standorte ergeben sich für zwei Windparks auffallend hohe Fundraten je Kontrolle einer WEA (ca. 53 % aller Totfunde). Für einen Standort im Naturraum Muskauer Heide sind es 0,0941 Totfunde pro Begehung pro WEA. Im Naturraum Lausitzer Gefilde wurden in einem weiteren Windpark 0,1589 Totfunde pro Begehung pro WEA registriert. Beide Standorte befinden sich in Ostsachsen. Die drei Fledermausarten mit der höchsten Totfundrate im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen (Großer Abendsegler: ca. 52 %, Rauhauffledermaus ca. 21 %, Zwergfledermaus

ca. 13 % der Totfunde) besitzen in Sachsen einen Verbreitungsschwerpunkt in der Region Ost-sachsen, so dass ein Zusammenhang zwischen der Lage der Wochenstuben und der Kollisions- gefahr für Fledermäuse an WEA wahrscheinlich ist.

Von den untersuchten Windparks wiesen die Windparks oberhalb von ca. 600 m Höhenlage kaum Totfunde auf. Die höchsten Totfundraten wurde in den Windparks in ca. 100 bis 300 m Höhenlage nachgewiesen.

Untersuchung der Totfunde

77,5 % der Fledermäuse wiesen frontale Verletzungen auf. Nur 22,5 % wurden rücklings (d. h. auf der Dorsalseite) verletzt. 50 % der Verletzungen betreffen die Extremitäten und Flughäute: Frakturen der Ober- und Unterarme, des Handbereiches und der Phalangen sowie größere und kleinere Perforationen von Chiro-, Plagio- und Uropatagium. 25 % der Verletzungen betreffen offene Wunden oder Prellungen von Bauch und Thorax sowie weitere 10 % offene Wunden und innere Verletzungen der dorsalen Körperpartie. 5,4 % der Fledermäuse, die im frischtoten Zustand aufgelesen wurden, zeigten keinerlei Verletzungen. Insgesamt ist ein deutlicher Trend zu einer höheren Verletzungsrate des Flugapparates gegenüber der direkten Körperverletzung festzustellen. Eine Kollision der Fledermäuse mit den drehenden Rotoren ist als Erklärungsmöglichkeit anzunehmen. Auf Grund der überwiegend frontalen Verletzungen scheinen die Tiere v. a. beim Anflug im Bereich der sich drehenden Rotorflügel zu verunglücken.

Drei Fledermäuse wurden noch lebend gefunden, verstarben aber einige Tage darauf. Zwei der lebend gefundenen Kollisionsopfer zeigten äußerlich sichtbare Frakturen.

Detektorbegehungen und Horchkisten

An ausgewählten WEA- Standorten (n = 11) erfolgte eine Erfassung der Fledermausfauna mittels Detektor. Neben den akustische Nachweisen (Fledermausdetektors Pettersson D240x) erfolgten auch optische Beobachtungen (Halogenscheinwerfer, hochauflösendes Nachtsichtgerät ITT Night- Mariner). Der Einsatz von Horchkästen erfolgte in ein bis fünf Nächten pro Standort begleitend zu den Detektorbegehungen an neun Standorten.

Von den mit Detektor nachgewiesenen Arten eines Gebietes war nur ein Teil auch unter den Totfunden vertreten. So konnten mittels Detektorbegehungen Mopsfledermaus, Bartfledermaus, Fransenfledermaus, Langohr sowie Wasserfledermaus nachgewiesen werden, die jedoch nicht zu den Kollisionsopfern an den 2006 untersuchten Windenergieanlagen zählten.

Die Auswertung der Aufzeichnungen von Fledermausrufen über die Horchkisten zeigte keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl aufgezeichneter Rufe und der Totfundrate.

Einflussfaktoren auf die Auffindbarkeit der Kollisionsopfer

Die Faktoren Abtragate, Sucheeffizienz und Flächennutzung geben Auskunft darüber, inwiefern die festgestellte Totfundrate unter einer WEA die reale Anzahl an Kollisionsopfern widerspiegeln kann. Die Ergebnisse zeigen, dass Abtragate, Sucheeffizienz und Flächennutzung die Anzahl an Totfunden stark prägen. Eine Hochrechnung der vorgefundenen Totfunde unter Berücksichtigung dieser Parameter wurde auf Grund zu großer Unsicherheiten jedoch nicht vorgenommen. Die Absuchbarkeit der Flächen wurde jedoch bei der Ermittlung der Totfundrate in den einzelnen Windparks berücksichtigt.

Abtragrate durch Prädatoren

Zur Ermittlung der Abtragrate wurden in zwölf Windparks Küken ausgelegt (n = 333) und im Zeitraum von sieben Tagen auf Abtrag kontrolliert. Diese Untersuchung fand im Juli und August statt und in neun Windparks Mitte bis Ende September statt. Nach 5 Tagen waren ca. 50 % der Küken abgetragen. Im September wurden an drei WEA-Standorten neben den Küken tote Fledermäuse ausgelegt (n = 24). Die Abtragrate von Fledermäusen lag mit ca. 24 % nach 5 Tagen deutlich unter der Abtragrate von Küken.

Sucheffizienz der Kartierer

Die Suche nach jedem Kartierer wurde ein bis zwei Mal geprüft. Dafür wurden in einem ersten Durchgang im Juli bzw. August Attrappen aus Pappe verwendet. Mit einem Teil der Kartierer erfolgte im September eine zweite Überprüfung der Suche nach Fledermäusen, wobei hierfür mumifizierte Fledermäuse (Großes Mausohr) ausgelegt wurden. Die Suche nach Fledermäusen lag im Durchschnitt bei 58 bis 66 %.

Flächennutzung um die WEA

Eine Kartierung der Flächennutzung mit Abschätzung der Deckungsgrade der Vegetation wurde im Umfeld (Rotorradius zzgl. 25 %) jeder Windenergieanlage vorgenommen, um den Anteil der absuchbaren Flächen im gewählten Radius abschätzen zu können. Die Kartierung erfolgte Ende Mai/ Anfang Juni 2006, sowie Ende August/ Anfang September.

Die Absuchbarkeit auf Grund der Flächennutzung unter den WEA lag bei ca. 53 % (Juli) bis ca. 80 % (Mai und September).

Gehölznähe und Totfundraten

Für die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen der Mortalität von Fledermäusen an WEA und der Nähe der WEA zu Waldrändern und Feldgehölzen wurden sowohl die 2006 erhobenen Daten, als auch die Altdaten genutzt (n = 216).

WEA in unmittelbarer Nähe von Gehölzen (besonders bei Entfernung von bis zu 100 m vom Mastfuß) bewirken ein sehr hohes Konfliktpotenzial für Fledermäuse. Bei gesonderter Betrachtung dieses Sachverhaltes für die Arten Abendsegler, Rauhauffledermaus und Zwergfledermaus zeigt sich für alle drei Arten eine hohe Totfundrate an den WEA, die bis zu 100 m dicht an Gehölzen stehen.

Wetter und Totfundraten

Datenbasis

Zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Wetterparametern und der Totfundrate wurden Daten von zehn Wetterstationen herangezogen. Dabei wurden Stationen ausgewählt, die sich im selben Landschaftsraum befanden, wie die untersuchten Windparks und nach Möglichkeit eine ähnliche Höhenlage aufwiesen. Für vier Standorte wurden die Werte zu Windgeschwindigkeiten unmittelbar von den jeweiligen Betreibern der Windparks zur Verfügung gestellt.

Nachttemperatur

Die Daten zeigen, dass die Totfundraten mit den Nachttemperaturen ansteigen. Auf Grund weiterer Einflussfaktoren auf die Totfundrate (Windgeschwindigkeit, Ausfliegen Jungtiere aus Wochenstuben im Sommer) wird jedoch davon ausgegangen, dass dieser scheinbare Zusammenhang sich mit den vorliegenden Daten nicht zweifelsfrei belegen lässt.

Windgeschwindigkeit

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist bei ca. 4 bis 5 m/s die höchsten Totfundraten zu verzeichnen. Zu diesem Zeitpunkt besitzen die WEA nur eine geringe Drehgeschwindigkeit. Bei stärkerem Wind nimmt die Totfundrate deutlich ab.

Anlagenparameter und Totfundraten

Bei der Betrachtung der Totfundraten in Bezug auf die technischen Anlagenparameter zeigt sich, dass die hohen WEA kein größeres Kollisionsrisiko für Fledermäuse mit sich bringen, als die Anlagen mit niedrigerer Gesamthöhe.

Allerdings ergab sich in Bezug auf die Rotorlänge eine erhöhte Totfundrate bei großem Rotordurchmesser.

Für gehölzgebundene Arten zeigt sich in der Tendenz, dass ein möglichst großer freier Bodenabstand (Abstand zwischen niedrigstem Rotorflügelstiel und Boden) die Kollisionsgefahr wahrscheinlich verringert.

Diese Ergebnisse sind vorsichtig zu bewerten und sollten im Rahmen von weiteren Untersuchungen überprüft werden, da der Einfluß von wenigen Windparks mit vielen Totfunden Zusammenhänge maskieren kann. Außerdem wurden die Parameter unabhängig voneinander einzeln untersucht, obwohl sie im Zusammenhang stehen.

Schlussfolgerungen

Die räumliche Verteilung der Konflikte zwischen Windenergieanlagen und Fledermäusen zeigt eine regionale Differenzierung. Eine Häufung konfliktträchtiger Standorte besteht in Ostsachsen. Dies deutet darauf hin, dass der großräumige landschaftliche Zusammenhang das grundsätzliche Konfliktpotenzial stark prägt. Entsprechend diesen Ergebnissen ist in Ostsachsen eine Neuausweisung bzw. ein weiterer Ausbau der Windparks besonders behutsam zu planen. Geeignet für einen weiteren Ausbau der Windenergienutzung sind bezüglich des ermittelten Konfliktpotenzials mit Fledermäusen Standorte im Mittelgebirgsraum (höhere Lagen) sowie in strukturarmen Agrarlandschaften. Letztere befinden sich überwiegend im Flachland Mittel- und Westsachsens. Im Gegensatz zu den

Mittelgebirgsstandorten ist hier jedoch der Abendsegler während des Zuges stärker vertreten, so dass das Gefährdungspotenzial für diese Art mit beachtet werden muss. Allerdings sind bei allen Planungen neben dem Fledermausschutz weitere Konfliktfelder zu berücksichtigen (z. B. Vogelschutz, Landschaftsbild).

Bei der Feinplanung von Anlagenstandorten ist die Gehölznähe ein wesentlicher Faktor, der im Sinne einer Konfliktminimierung zu beachten ist. Anlagenstandorte mit weniger als 100 m Abstand zu Gehölzen oder zum Waldrand sind als äußerst kritisch anzusehen. Die im Rahmen der Studie gewonnenen Daten erlauben aber gegenwärtig noch keine abschließende Einschätzung.

Zu betrachten ist weiterhin die Anlagenkonfiguration in Abhängigkeit von den landschaftlichen Gegebenheiten. In Bezug auf die Gefährdung überwiegend gehölzgebunden fliegender Fledermausarten erscheint eine große Anlagenhöhe bei großem Bodenabstand zwischen Boden (bzw. Waldoberkante) und Rotorflügelstiel vorteilhaft zu sein.

Eine Konfliktminderung kann über eine zeitweise Abschaltung zum Hauptgefährdungszeitraum erreicht werden. Dies betrifft das v. a. den Zeitraum von Juli bis Ende August. Bei Nachttemperaturen $< 9^{\circ}\text{C}$ und/oder Windgeschwindigkeiten ab ca. 6,5 m/s ist eine Abschaltung nicht erforderlich. In den sächsischen Windparks in enger räumlicher Nähe zu Wochenstuben erscheint nach derzeitigem Kenntnisstand damit eine Minderung des Kollisionsrisikos bis zu ca. 80 % möglich (siehe Pkt. 6.5).

Jeder WEA-Standort ist entsprechend seinem Artenspektrum, der zeitlichen und räumlichen Verteilung der Fledermausarten, den klimatischen Bedingungen und den landschaftlichen Gegebenheiten gesondert zu betrachten.

8 Abkürzungen

F	Weibchen (female)
FFH-RL	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
FG	Feldgehölz
Ges.-h.	Gesamthöhe
HK	Horchkasten
indet.	nicht bestimmbar
M	Männchen (male)
MW	Mittelwert
NH	Nabenhöhe
NRFP	Niedrigster Rotorflügelpunkt
RD	Rotordurchmesser
TF	Totfund
WEA	Windenergieanlage
WP	Windpark

9 Literatur

- AHLEN, I. (2002): Fladdermöss och faglar dödadc av vindkraftverk. *Fauna och flora* 97: 3, 14- 21.
- ARNETT, E., ERICKSON, W., KERNS, J. & J. HORN (2005): Relationships between Bats and Wind Turbine in Pennsylvania and West Virginia. Gutachten, 167 pp.
- BACH, L. & RAHMEL, U. (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse– eine Konfliktabschätzung. – *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz*, 7: 245-252.
- BEHR, O. & O.V. HELVERSEN (2005): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Itenschwander Horn“ bei Fröhnd im Schwarzwald.- Unveröff. Gutachten der Univ. Erlangen-Nürnberg, Institut für Zoologie im Auftrag der Fröhnd GmbH & Co. KG.
- BEHR, O. & O.V. HELVERSEN (2006): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Roskopf“ (Freiburg i. Br.).- Unveröff. Gutachten der Univ. Erlangen-Nürnberg, Institut für Zoologie im Auftrag der regiowind GmbH & Co. KG..
- BENGSCHE, S. (2006): Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie – Kollisionsopfer an Windenergieanlagen der Nauener Platte in Brandenburg, Unveröff. Studienjahresarbeit an der Humboldt- Universität zu Berlin.
- BRINKMANN, R. (1996): Fledermäuse in Naturschutz und Eingriffsplanung. - *Naturschutz Landschaftsplanung* 28(8): 229-236.
- BRINKMANN, R. (2004): Welchen Einfluss haben Windkraftanlagen auf jagende und wandernde Fledermäuse in Baden-Württemberg? – Tagungsdokumentation der Umweltakademie Baden-Württemberg, 15: 38-63.
- BRINKMANN, R., SCHAUER- WEISSHAHN, H. & BONTADINA, F. (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg, unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg gefördert durch die Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg.
- DÜRR, T. & BACH, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen- Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundortkartei. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 7, 253-263.
- ENDL, P., U. ENGELHART, K. SEICHE, S. TEUFERT, H. TRAPP, M. WERNER & I. DREßLER (2004): Untersuchungen zum Verhalten von Fledermäusen und Vögeln an ausgewählten Windkraftanlagen. Gutachten im Auftrag der Staatlichen Umweltfachämter Bautzen und Radebeul.
- ERICKSON, W., G. JOHNSON, D. YOUNG, D. STRICKLAND, R. GOOD, M. BOURASSA & K. BAY (2002): Synthesis and comparison of baseline avian and bat use, raptor nesting and mortality from proposed and existing wind development. Unpubl. Paper, 96 pp.
- HORN, J. & ARNETT, E.B. (2005): Timing of nightly bat activity and interactions with wind turbine blades, pages 96-116. In: ARNETT, E.B., (2005): Relationship between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns 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.
- HÖTKER, H., THOMSEN, K.-M. & KÖSTER, H. (2005): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und Fledermäuse. BfNSkripten, 142, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn – Bad Godesberg.
- JOHNSON, G.D., ERICKSON, W.P., STRICKLAND, M.D., SHEPHERD, M.F., SHEPHERD, D.A. & SARAPPOPO, S.A. (2003): Mortality of Bats at a Large-scale Wind Power Development at Buffalo Ridge, Minnesota. – *Am. Midl. Nat.*, 150: 332-342.
- KEELEY, B.W., UGORETZ, S. & STRICKLAND, D. (2001): Bat Ecology and Wind Turbine Considerations, National Wind Coordinating Committee (Hrsg.) National Avian-Wind Power Planning Meeting 4, Washington, D.C., 135-146.
- LFUG & NABU (1999): Fledermäuse in Sachsen. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege 1999.
- MANNSFELD & RICHTER (1995): Naturräume in Sachsen. Forschungen zur deutschen Landeskunde Band 238.
- NATUSCHKE, G. (1960/ 2002): Heimische Fledermäuse. Reprint. Neue Brehm- Bücherei, Bd. 269. Wittenberg Lutherstadt.
- REICHENBACH, M. (1999): Der Streit um die Vogelscheuchen- ein Kampf gegen Windmühlen? Ein Diskussionsbeitrag zur Eingriffsbewertung im Konfliktfeld Windenergie und Vogelschutz. Bremer Beiträge Naturkunde und Natur 4: 15- 24.
- SCHREIBER, M. (2000): Windkraftanlagen als Störquellen für Gastvögel. In: Winkelbrandt, A., R. Bless, M. Herbert, K. Kröger, T. Merck, B. Netz-Gerten, J. Schiller, S. Schubert & B. Schweppe- Kraft (2000): Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- SCHREIBER, M. (2002): Einfluss von Windenergieanlagen auf Rastvögel und Konsequenzen für EU-Vogelschutzgebiete. In: Windenergie und Vögel- Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes (ed. H. Ohlenburg), pp. 134- 156. TU Berlin.
- SKIBA, R. (2003): Europäische Fledermäuse. Neue Brehm- Bücherei. Bd. 648. Wittenberg Lutherstadt.
- STRICKLAND, M.D., ERICKSON, W.D., JOHNSON, G., YOUNG, D. & R. GOOD (2001A): Risk Reduction Avian Studies at the Foot Creek Rim Wind Plan in Wyoming. In: Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV), pp 107-114.
- STRICKLAND, M.D., JOHNSON, G., ERICKSON, W.P. & K. KRONNER (2001B): Avian Studies at Wind Plants Located at Buffalo Ridge, Minnesota and Vansycle Ridge, Oregon. In: Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV), pp. 38-52.
- TRAPP, H.; FABIAN, D.; FÖRSTER, F. & ZINKE, O. (2002): Fledermausverluste in einem Windpark in der Oberlausitz. – *Naturschutzarbeit in Sachsen* 44, 53-56.
- VIERHAUS, H. (2000): Neues von unseren Fledermäusen. *ABU info* 24 (1): 58-60.
- YOUNG, D., W. ERICKSON, R. GOOD, STRICKLAND, M. & D. JOHNSON (2003): Avian and Bat Mortality associated with the initial Phase of the Foote Creek Rim Windpower Project, Carbon County, Wyoming. Unveröff. Gutachten im Auftrag von Pacificorp, Inc. Portland, Oregon, USA. 35 S.