

# Repowering Windpark Ausleben

## Fledermauserfassung (Gondelmonitoring)

### *Abschlussbericht*

**Auftragnehmer:**



Hermannröder Str. 17a  
37249 Neu-Eichenberg

Dipl.-Biol. Klaus Dornieden  
Dipl.-Biol. Dr. Alexander Sührig  
Dipl.-Biol. Gerswin Wellner

*In Zusammenarbeit mit Umweltplanung Lichtenborn (Durchführung der Untersuchungen):*

Dipl.-Ing. Michael Schmitz

16.03.16

**Auftraggeber:**

BOREAS Energie GmbH  
Moritzburger Weg 67  
01109 Dresden

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung.....	1
2	Konfliktfeld WEA und Fledermäuse.....	2
2.1	Baubedingte Beeinträchtigungen .....	2
2.2	Betriebsbedingte Beeinträchtigungen.....	3
3	Methoden.....	5
3.1	Erfassungen im Gelände.....	5
3.2	Auswertungsmethodik.....	6
4	Ergebnisse.....	8
4.1	Nachgewiesene Arten.....	8
4.2	Artbezogene Ergebnisse.....	8
4.2.1	Großer Abendsegler ( <i>Nyctalus noctula</i> ) und Abendseglerartige (Nyctaloide) .....	9
4.2.2	Zwergfledermaus ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> ) .....	9
4.2.3	Rauhautfledermaus ( <i>Pipistrellus nathusii</i> ) .....	11
4.3	Anlagenbetrieb.....	12
5	Ermittlung der Risiken für Fledermäuse durch den Betrieb der Anlagen .....	14
5.1	Allgemeines .....	14
5.2	Signifikant erhöhtes Schlagrisiko - Definitionsversuch.....	14
5.3	Relevante Windgeschwindigkeit.....	15
6	Fachliche Schlussfolgerungen .....	17
7	Literatur .....	18

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Liste der erfassten Fledermausarten.....	8
Tabelle 2:	Anzahl der Kontakte in den jeweiligen Kalenderwochen (2015). .....	12
Tabelle 3:	Anzahl der Kontakte in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (2015).....	13
Tabelle 4:	Anzahl der Kontakte bei schlagermöglichenden Windgeschwindigkeiten ab 3m/s. ...	16

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Standort der WEA auf dem Bullenberg. ....	1
Abbildung 2: Anlage am Bullenberg mit Lage der Mikrofondurchführung an der Seite der Gondel. Aufgrund technischer Eigenschaften der Anlage konnte eine Durchführung an der Unterseite nicht realisiert werden. ....	2
Abbildung 3: Wachsende Überlappung zwischen Fledermausaktivität und Anlagenproduktion in Abhängigkeit von der Größe der Anlage und der Windgeschwindigkeit (nach VOIGT et al. 2015).....	5
Abbildung 4: Änderung der Ortungsweise bei vermuteter Annäherung an die Anlage (Ausschnitt einer Ortungssequenz - <i>Nyctalus noctula</i> - Großer Abendsegler). Arttypisch sind nur die wenigen tieffrequenten wenigen Rufe um 20 kHz . Die anderen Ortungssequenzen und Soziallaute könnten genauso gut anderen Abendseglerarten zugeordnet werden.....	7
Abbildung 5: Anzahl der Rufsequenzen von Abendseglerartigen (Großer Abendsegler, Gattung <i>Nyctalus</i> und <i>Nyctaloide</i> ) gruppiert nach Kalenderwochen im Zeitraum 21.05.2015 (21. Woche) bis 31.10.2015 (44. Woche). ....	9
Abbildung 6: Portrait einer Zwergfledermaus.....	10
Abbildung 7: Anzahl der Rufsequenzen von Zwergfledermäusen gruppiert nach Kalenderwochen im Zeitraum 21.05.2015 (21. Woche) bis 31.10.2015 (44. Woche).....	10
Abbildung 8: Anzahl der Rufsequenzen von Raufhautfledermäusen gruppiert nach Kalenderwochen im Zeitraum 21.05.2015 (21. Woche) bis 31.10.2015 (44. Woche).....	11

Alle Fotos: © Michael Schmitz 2015

## 1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die BOREAS Energie GmbH plant im Windpark Ausleben-Badeleben-Wormsdorf, der etwa 4 km südwestlich von Eilsleben (Sachsen-Anhalt) liegt, das Repowering mehrerer Windenergieanlagen (WEA).

Im Vorfeld der Planung zur Errichtung moderner WEA soll an einem bestehenden WEA-Standort mit insgesamt über 60 älteren Anlagen auf dem Bullenberg (Kuppenlage) die Höhenaktivität der Fledermäuse an einer der Anlagen in der Saison 2015 gemäß den Vorgaben von BRINKMANN et al. (2011a) für Gondelmonitoring durchgeführt werden. Hierzu wurde die Anlage 1 der Firma BOREAS Energie GmbH vor Ort beprobt, die inmitten einer weitgehend offenen Agrarlandschaft steht (Abb. 1, 2).

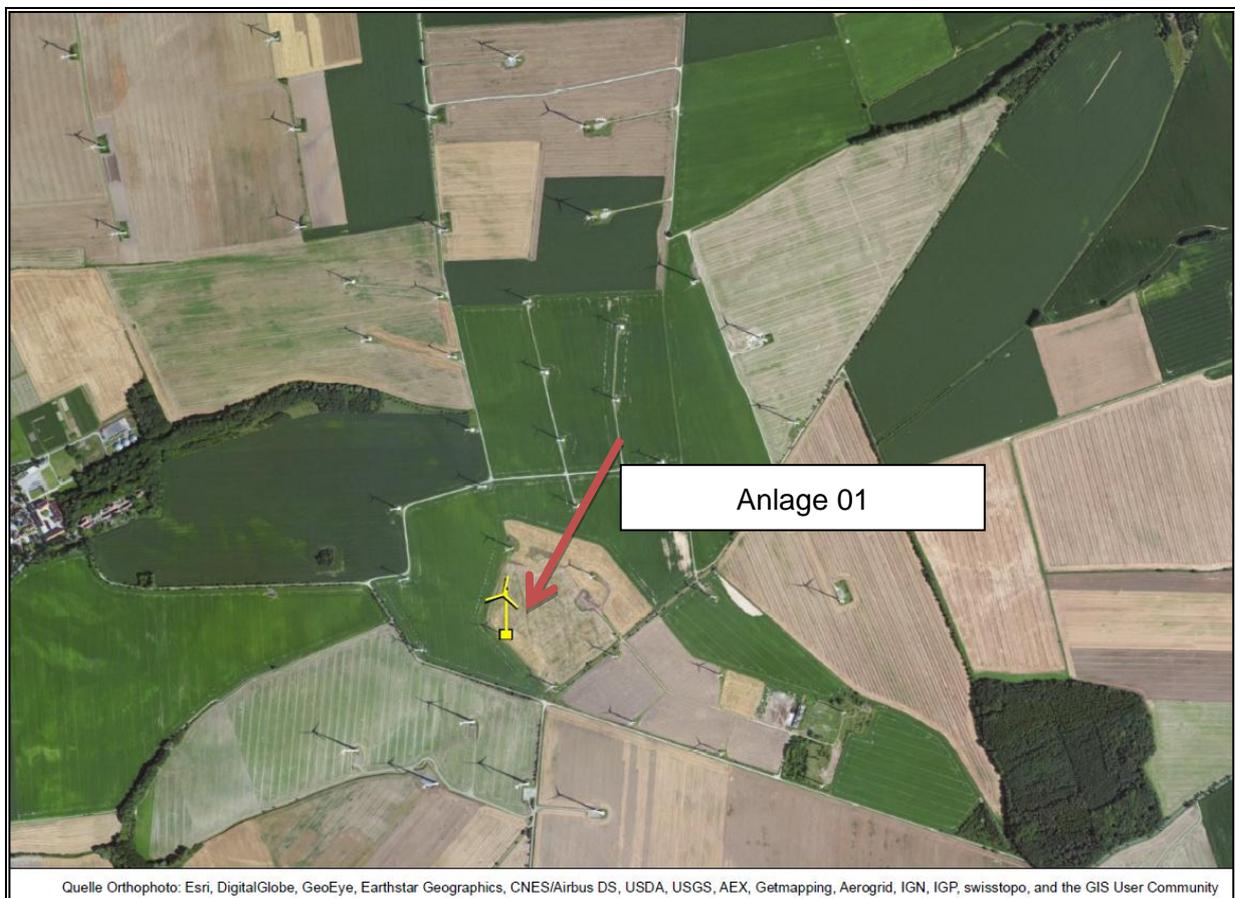


Abbildung 1: Standort der WEA auf dem Bullenberg.



**Abbildung 2: Anlage am Bullenberg mit Lage der Mikrofondurchführung an der Seite der Gondel. Aufgrund technischer Eigenschaften der Anlage konnte eine Durchführung an der Unterseite nicht realisiert werden.**

## **2 KONFLIKTFELD WEA UND FLEDERMÄUSE**

Obwohl in letzter Zeit eine Reihe von Untersuchungen zum Themenkomplex Fledermausschlag durch WEA durchgeführt wurden, u. a. sehr umfangreiche Studien in einem Forschungsprojekt des BMU (BRINKMANN et al. 2011b), sind noch viele Fragen zu diesem Konfliktfeld nicht zufriedenstellend beantwortet.

Grundsätzlich können bau- und betriebsbedingte Auswirkungen von WEA auf Fledermäuse festgestellt werden.

### **2.1 Baubedingte Beeinträchtigungen**

Neben dem möglichen direkten Verlust von Quartieren ist im Zuge der Baumaßnahmen eine Reihe von Beeinträchtigungen denkbar, die im ungünstigsten Fall zu Verlusten wesentlicher Teilhabitate führen, je nachdem, welche Habitate durch den Bau betroffen sind und welche Funktionen (Jagdgebiet, Leitlinie, Quartier, Balzquartier) sie erfüllen.

## 2.2 Betriebsbedingte Beeinträchtigungen

Als bedeutendste betriebsbedingte Beeinträchtigung gelten Kollisionen von Fledermäusen mit den sich drehenden Rotoren einer Anlage, die oft für die Tiere tödlich ausgehen (Schlagopfer). Für Deutschland liegen bislang Nachweise von insgesamt 17 Arten vor, die als Schlagopfer (direkt und indirekt [Barotrauma<sup>1</sup>]) bekannt geworden sind (DÜRR 2015). Unter den Schlagopfern dominiert der Große Abendsegler gefolgt von der Rauhaufledermaus. Aber auch Arten wie der Kleinabendsegler, die Zweifarbfledermaus, die Zwergfledermaus und die Breitflügelfledermaus sowie die Nordfledermaus werden gefunden und müssen daher als „schlaggefährdet“ eingestuft werden.

Die Arten der Gattung *Myotis* werden dagegen nur selten unter WEA (im Offenland) gefunden. Unklar und erst neuerdings stärker beachtet ist bisher der Einfluss indirekter „Schlagwirkungen“ (Barotrauma), da Tiere, die z. B. an Verletzungen der Lungen durch den Unterdruck an den sich drehenden Rotoren nicht an den Anlagen zu Boden fallen, sondern an ganz anderen Orten verenden und sich damit der Nachweisbarkeit entziehen. Anzumerken ist, dass die Statistik von DÜRR (2015) zum großen Teil auf Zufallsfunden basiert. Sie ist daher ausschließlich in Bezug auf das nachgewiesene Artenspektrum zu lesen. Die viel zitierten quantitativen Angaben dieser Statistik sind dagegen nicht zu gebrauchen, da sie überwiegend nicht auf systematischen Nachsuchen beruhen. Nach den Erhebungen im Forschungsprojekt des BMU (BRINKMANN et al. 2011b) werden ohne wissenschaftlich ermittelte Abschaltalgorithmen pro Jahr und Anlage im Mittel zwischen 9,5 und 12 Fledermäuse getötet (diese Zahlen sind mittels statistischer Methoden auf der Basis systematischer Untersuchungen errechnet für Anlagen mit 70 m Nabenhöhe).

Die genauen Gründe und Umstände, die den Tod der Tiere verursachen bzw. begünstigen, liegen allerdings weiterhin teilweise noch im Dunkeln. Die Diskussion zur Klärung dieser Fragen wird seit Jahren intensiv geführt (s. z. B. DÜRR & BACH 2004, BACH & RAHMEL 2004, KUNZ et al. 2007, CRYAN 2008, CRYAN & BARCLAY 2009). Folgende Aspekte haben sich bislang herauskristallisiert:

- Grundsätzlich besteht an allen Anlagentypen das Risiko des Fledermausschlags (DÜRR & BACH 2004).
- Besonders viele Kollisionen ereignen sich zur Zugzeit im August und September (z. B. JOHNSON et al. 2000, 2003, TRAPP et al. 2002, DÜRR & BACH 2004). Wahrscheinlich kennen die ziehenden Tiere die Gebiete, die sie passieren, weniger gut, wodurch das Schlagrisiko ansteigt.
- Kollisionen betreffen auch jagende Tiere (AHLÉN 2002, ARNETT 2005).
- Aufsammlungen in Nord- und Mitteldeutschland haben bislang vornehmlich Kadaver der im freien Luftraum jagenden und über große Strecken ziehenden Arten (z. B. Großer Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Kleinabendsegler, Zweifarbfledermaus, aber auch Rauhaufledermaus und Zwergfledermaus) erbracht (DÜRR & BACH 2004, TRAPP et al. 2002, NIERMANN et al. 2011a).

---

<sup>1</sup> Barotrauma: vor allem innere Verletzungen als Folge von Unterdruckfeldern im Wirkungsbereich der drehenden Rotorblätter.

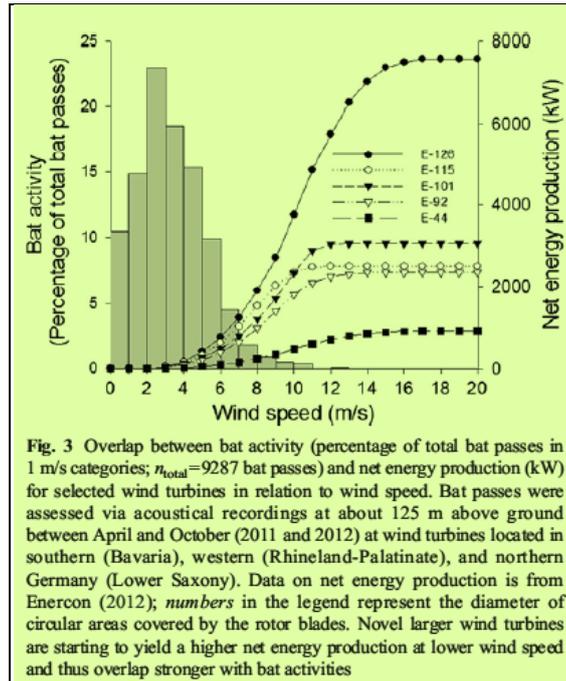
- Bei Aufsammlungen unter WEA im Schwarzwald wurde eine große Anzahl von Zwergfledermäusen gefunden. Es wird vermutet, dass es sich dabei um Tiere der residenten Population handelt. Bislang galt diese Art wegen ihrer niedrigen Flughöhe als wenig gefährdet (BRINKMANN & SCHAUER-WEIßHAHN 2004).
- Nicht alle Standorte bergen die gleiche Gefahr des Fledermausschlags; die Gründe für diese Unterschiede liegen jedoch noch im Dunkeln.

Das Forschungsprojekt des Bundesumweltministeriums aus dem Jahr 2011 lässt zu dieser Problematik folgende weitere Aussagen zu:

- Bislang galt die Einschätzung, dass vor allem wald- und gehölznahe Standorte zu einem erhöhten Schlagrisiko führen (NLT 2011), doch konnte eine aktuelle Untersuchung zu diesem Thema nur einen vergleichsweise geringen Einfluss dieser Strukturen auf das Kollisionsrisiko an WEA feststellen (NIERMANN et al. 2011b).
- Die Spanne der ermittelten Schlagopfer ohne Anwendung fledermausfreundlicher Abschaltalgorithmen lag im Falle des Forschungsprojekts bei einem bis 40 Tieren pro Anlage/Jahr (durchschnittlich 9-12 Tiere pro Anlage und Jahr) (BRINKMANN et al. 2011b).
- Die Fledermausaktivität ist sehr stark abhängig von der Jahreszeit, der Nachtzeit, der Windgeschwindigkeit, der Temperatur und zu geringen Anteilen auch von Niederschlägen (BRINKMANN et al. 2011b).
- Durch wissenschaftliches Gondelmonitoring zur Ermittlung der Aktivität und nachfolgende Ermittlung fledermausfreundlicher Algorithmen mittels Abgleich der Ergebnisse mit dem Datensatz der BMU-Studie kann das Schlagrisiko, falls es festgestellt wird, ermittelt und gegenüber pauschalen Abschaltvorgaben zumeist deutlich reduziert werden (durch bisher nicht publizierte Evaluationsuntersuchung bestätigt; REICH mdl. 2014, BEHR mdl. 2014). Die Wirksamkeit der Ermittlung von Abschaltungen auf anderem Wege (z. B. Einschätzung nach nicht wissenschaftlichem Gondelmonitoring oder aufgrund bodengebundener Untersuchungen) ist nicht belegt.

Fledermausforscher vermuten aktuell, dass das Problem des direkten und indirekten Schlags von Fledermäusen an WEA sich durch die Errichtung höherer und größerer Anlagen im Binnenland eher vergrößert als verringert. Grund hierfür ist die Tatsache, dass große Anlagen bereits bei geringeren Windgeschwindigkeiten Strom produzieren als kleinere Anlagen.

Vor allem bei niedrigen Windgeschwindigkeiten vergrößert sich in den letzten Jahren die Produktivität von WEA im Zusammenhang mit der zunehmenden Bauhöhe. Damit wird aber zugleich der Überschneidungsbereich der Fledermausaktivität mit der tatsächlichen Stromproduktion größer und damit der Konflikt zwischen WEA und Fledermausschutz.



**Abbildung 3: Wachsende Überlappung zwischen Fledermausaktivität und Anlagenproduktion in Abhängigkeit von der Größe der Anlage und der Windgeschwindigkeit (nach VOIGT et al. 2015).**

Pauschale Abschaltungen führen potenziell zu deutlich größeren Ertragseinbußen als solche Abschaltzeiten, die mittels zweijährigem wissenschaftlichem Gondelmonitoring ermittelt wurden. Die Auswirkungen pauschaler Abschaltungen auf den Ertrag dürften sich unter Berücksichtigung der Aussagen aus Abbildung 3 in Zukunft absolut vergrößern. Prozentual gesehen verändern sich aber die Ertragsverluste bei größeren Anlagen durch fledermausfreundliche Betriebsalgorithmen eher nicht, da die modernen hohen Anlagen bei höheren Windgeschwindigkeiten ein Vielfaches der Altanlagen mit niedriger Höhe produzieren.

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass der Wissensstand zu dieser Thematik insgesamt immer noch relativ schlecht ist.

### 3 METHODEN

#### 3.1 Erfassungen im Gelände

Die Installation des Detektorsystems (Avisoft-System) erfolgte am 21.05.2015 in der Gondel der Anlage. Das System wurde dann bis zum 31.10.2015 kontinuierlich betrieben (164 Tage). Es erfolgte keine tägliche Abschaltung mit Vor- oder Nachlauf von Dämmerungszeiten, sondern es wurde 24 Std. durchgehend im gesamten Zeitraum erfasst.

Zur Installation der Mikrofonscheibe erfolgt üblicherweise eine Durchbohrung des Gondelbodens mit 10 cm Durchmesser. Durch diese Öffnung wird die Mikrofonscheibe nach außen

geführt und fest mit dem Gondelboden verschraubt. Im vorliegenden Fall wurde die Mikrofonscheibe außen an einer Notfallklappe installiert, nicht im Gondelboden. Hierdurch ist sicher eine gewisse Abweichung vom methodischen Standard zu verzeichnen. Aus technischen Gründen der Anlage war dies aber im konkreten Fall nicht anders zu realisieren.

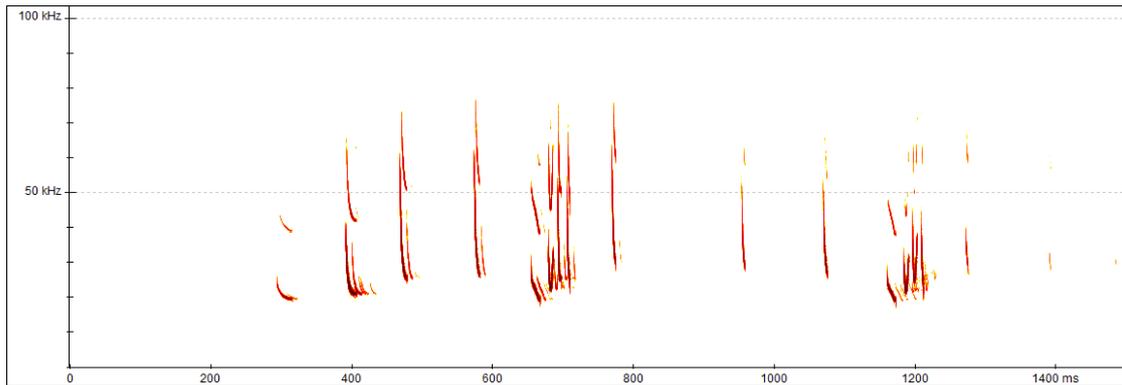
Die Avisoft-Erfassungseinheit wird mittels USB-Anschluss von einem Windows-PC gesteuert, was die Möglichkeit der Fernabfrage eröffnet. Daher konnte, bis auf einige wenige Ortstermine, die Wartung des Systems während des Erfassungszeitraums mittels Fernabfrage erfolgen.

Als Detektoreinstellung wurde das Preset „BMU-Studie“ verwendet, welches genau die Bedingungen einhält, die auch im Forschungsprojekt des BMU (BRINKMANN et al. 2011b) mit diesen Geräten verwendet wurde. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass die Daten ggf. auch für eine Berechnung fledermausfreundlicher Betriebsalgorithmen verwendet werden können. Details zu den Einstellungen des Systems nach „BMU-Studie“ sind bereits in der Steuerungssoftware hinterlegt und werden hier daher nicht in allen Einzelheiten wiedergegeben.

### **3.2 Auswertungsmethodik**

Für die Lautanalyse wurden die Arbeiten von SKIBA (2009) sowie LIMPENS & ROSCHEN (2005) und der KOORDINATIONSTELLE FÜR FLEDERMAUSSCHUTZ IN BAYERN (o. J.) sowie ZINGG (1990) verwendet. Zur Vorsortierung der Daten wird die Software Kaleidoscope der Firma Wildlife, USA, verwendet. Kaleidoscope ist eine Auswertungssoftware mit automatischer Ansprache, die es ermöglicht, Störgeräusche wie z. B. Anlagengeräusche weitgehend zuverlässig auszufiltern. Eine zuverlässige automatisierte Artansprache aller Arten ist weder mit diesem Programm noch mit einem anderen Programm möglich.

Aufgrund der speziellen Aufnahmesituation an der Gondel lassen sich die Ortungsrufe einiger Gruppen von Fledermausarten nicht in jeder Situation sicher einer Art zuordnen. Hier ist besonders die Gruppe Großer Abendsegler, Kleinabendsegler, Breitflügelfledermaus, Zweifarfledermaus und Nordfledermaus relevant. In vielen Aufnahmen aus der Gondel ist sehr deutlich zu erkennen, dass die vorbeifliegenden oder gezielt an den Turm anfliegenden Fledermäuse während der Annäherung an die WEA in ihrer Ortungsweise mit einem Anstieg der Hauptfrequenz inklusive einer Erhöhung des FM-Anteils und einer starken Verkürzung der Intervalle zwischen den Einzelortungen z. T. stark reagieren (Abb. 4). Dies dient der höheren Auflösung und damit der besseren Erkennung von Hindernissen und entspricht dem natürlichen Verhalten - die Fledermaus schaut gewissermaßen „genau hin“. Solche Laute sind aber oftmals bei Arten der o. g. Gruppe selbst bei guter Qualität der Aufnahmen dann nicht mehr eindeutig zuzuordnen, da verschiedene Arten sehr ähnlich rufen. Eine Zuordnung von Rufsequenzen zu einer konkreten Art erfolgte daher nur beim Vorliegen ausreichend sicherer Merkmalsausprägungen.



**Abbildung 4: Änderung der Ortungsweise bei vermuteter Annäherung an die Anlage (Ausschnitt einer Ortungssequenz - *Nyctalus noctula* - Großer Abendsegler). Arttypisch sind nur die wenigen tieffrequenten wenigen Rufe um 20 kHz. Die anderen Ortungssequenzen und Soziallaute könnten genauso gut anderen Abendseglerarten zugeordnet werden.**

Im Hinblick auf die Anzahl der Rufaufzeichnungen muss bedacht werden, dass sie nichts über die Anzahl der vorbeifliegenden Fledermäuse aussagt.

Da die verschiedenen Arten sehr unterschiedlich laut orten und eine sehr unterschiedliche Lebensweise besitzen, werden sie methodisch bedingt von den Mikrofonen entsprechend unterschiedlich häufig registriert; z. B. werden auch weiter entfernt vorbeifliegende Abendsegler recht gut registriert, aber die Zwergfledermaus und die Flughörnchen müssen im vorliegenden Fall zwingend in den Bereich des Rotors fliegen, damit ihre leisen Rufe aufgezeichnet werden.

Untersuchungen, die auf bioakustischen Aufzeichnungen beruhen, geben vor allem ein Bild der Aktivität der lauten Arten ab, und zwar je genauer, je lauter eine Art ist. Die Aktivität leiser Arten wird dagegen kaum abgebildet. Hier haben akustische Nachweise den Charakter von Zufallsnachweisen, mehr nicht. Glücklicherweise sind die hier planungsrelevanten schlaggefährdeten Arten eher laut als leise, was als Anpassung an den freien Luftraum und relativ hohe Geschwindigkeiten im Flug zurückzuführen ist. Der Erfassungsgrad der Arten, die für Untersuchungen zu WEA planungsrelevant sind, ist damit recht gut. Defizite in der Erfassung können sich aus der Reduktion der Empfindlichkeit der Geräte in der Gondel ergeben, die erforderlich ist, um die Aufnahme von Störgeräuschen zu reduzieren, und gleichzeitig eine reduzierte Reichweite nach sich zieht. Somit kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch andere, eher leise Arten in den Gefahrenbereich der Gondel fliegen. Sie werden aber im Zweifel nicht aufgenommen.

Die Mikrofoneinstellungen sind darüber hinaus wesentlich für die Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen. Da hier sehr viele Möglichkeiten bestehen, verbieten sich quantitative Vergleiche zu Untersuchungen Dritter mit anderen Gerätetypen oder anderen Einstellungen. Die verwendeten Geräte sind dezidiert so eingestellt worden, dass die Ergebnisse ausschließlich mit dem Datensatz des BMU-Forschungsprojekts (BRINKMANN et al. 2011a) vergleichbar sind.

Für die Auswertung der Daten wurden auch die vom Betreiber mitgeteilten Originaldaten zu Windgeschwindigkeit und Rotordrehung in 10 Minuten-Intervallen herangezogen.

## 4 ERGEBNISSE

Es wurden in dieser Kartierung Aufzeichnungen aus ca. 164 Nächten (24 Wochen) zwischen dem 21.05.2015 und dem 31.10.2015 ausgewertet. Die Datenerhebung gelang im Jahr 2015 weitgehend ohne Unterbrechung.

In dieser Zeit wurden ca. 800 Dateien aufgezeichnet. Nach manueller Kontrolle wurden 374 Aufnahmen als Fledermausortungssequenzen erkannt.

Alle nachgewiesenen Fledermausarten stehen auf der Roten Liste Sachsen-Anhalts (HEIDECHE et al. 2004).

Sämtliche nachgewiesenen Arten sind in Anhang IV der FFH-Richtlinie aufgeführt und somit streng geschützt.

### 4.1 Nachgewiesene Arten

Insgesamt konnten im Rotorbereich sicher vier Fledermausarten/Artengruppen nachgewiesen werden (Tabelle 1). Darüber hinaus mussten eine Reihe von Ortungsrufen übergeordnet klassifiziert werden, da sie nach kritischer Prüfung nicht bis auf Artniveau zugeordnet werden konnten. Es ist sehr gut möglich, dass auch der Kleinabendsegler und/oder die Zweifarbfloderm Maus als weitere Arten in den nicht bis zur Art differenzierten Ortungssequenzen der Gruppe der Abendseglerartigen enthalten sind. Für die Beurteilung eines Schlagrisikos ist dies aber ohne Bedeutung, da auch diese beiden Arten schlaggefährdet sind.

**Tabelle 1: Liste der erfassten Fledermausarten.**

Nr.	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	GF ST	GF D	FFH
1	<i>Nyctalus noctula</i>	<b>Großer Abendsegler</b>	3	V	IV
2	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	<b>Zwergfledermaus</b>	2	+	IV
3	<i>Pipistrellus nathusii</i>	<b>Rauhautfledermaus</b>	2	+	IV
4	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	<b>Mückenfledermaus</b>	G	-	IV

#### Erläuterungen:

##### Gefährdung:

RL ST: Gefährdungsgrad nach „Rote Liste der Säugetiere (Mammalia) des Landes Sachsen-Anhalt“ (2. Fassung, Stand: Februar 2004) (HEIDECHE et al. 2004);

RL D: Gefährdungsgrad nach „Rote Liste der Säugetiere Deutschlands“ (Stand Oktober 2008) (MEINIG et al. 2009);

Gefährdungskategorien: 2: stark gefährdet, 3: gefährdet, V: Arten der Vorwarnliste, G: Gefährdung unbekanntem Ausmaßes, +: ungefährdet;

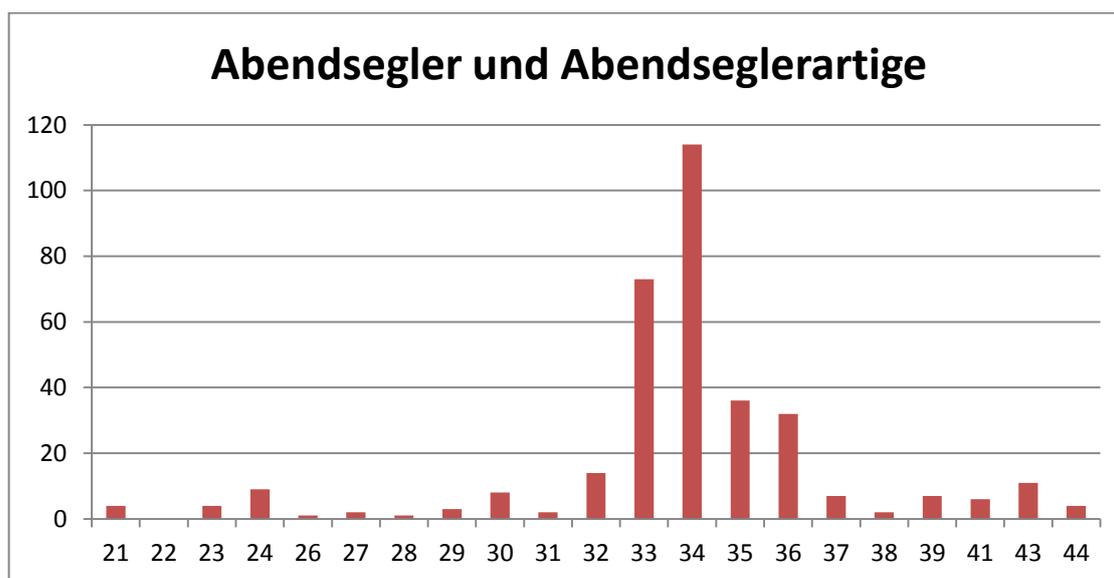
FFH: Einstufung nach der FFH-Richtlinie: IV: Art des Anhangs IV der FFH-Richtlinie.

### 4.2 Artbezogene Ergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse für die nachgewiesenen Arten im Einzelnen dargestellt.

#### 4.2.1 Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*) und Abendseglerartige (Nyctaloide)

Der Große Abendsegler ist, was seine Quartiere angeht, eine typische Waldfledermaus. Er besiedelt bevorzugt Baumhöhlen alter Bäume. Er jagt überwiegend strukturungebunden mit großer Geschwindigkeit im freien hindernisarmen Luftraum (über dem Wald und über dem Offenland). Aufgrund des schnellen Flugs können die Jagdgebiete auch recht weit (10 km und mehr) von den Quartieren entfernt sein. Abendsegler legen zwischen den Reproduktions- und Überwinterungsgebieten bis zu 1.600 km zurück. Die Art ist ein echter Fernstreckenwanderer und gehört zu den am stärksten von WEA geschlagenen Arten.



**Abbildung 5: Anzahl der Rufsequenzen von Abendseglerartigen (Großer Abendsegler, Gattung *Nyctalus* und Nyctaloide) gruppiert nach Kalenderwochen im Zeitraum 21.05.2015 (21. Woche) bis 31.10.2015 (44. Woche).**

**Erläuterung:** Dargestellt sind summarisch alle Kontakte der Nyctaloiden, die also auf Abendsegler (Großer Abendsegler und Kleinabendsegler) sowie Ortungsrufe, die nicht eindeutig der Gruppe der Abendsegler zugeordnet werden können, aber entweder dennoch von Abendseglern stammen oder aber beispielsweise anderen schlaggefährdeten Arten mit ähnlicher Lebensweise, z. B. Zweifarbfledermaus.

In Abbildung 5 sind verschiedene Ortungsrufe schlaggefährdeter Arten der Gruppe der Abendsegler zusammengefasst. Die Reichweite des Mikrofons beträgt für diese sehr laute Artengruppe ca. 80-100 m. Die hier nicht dargestellte zeitliche Auflösung nach Stunden zeigt, dass eine regelmäßige Verteilung der Nachweise über die Nacht stattgefunden hat und die Nachweise nicht nur Sonderereignisse in einzelnen Nächten darstellen.

Die Grafik belegt, dass Abendseglerartige im gesamten Zeitraum vereinzelt vorkommen. Wie üblich für diese Gruppe, zeigen die Daten einen deutlichen Peak im August (33. bis 36. Woche), was als klassischer Nachweis für Zuggeschehen gedeutet wird.

#### 4.2.2 Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)

Die Zwergfledermaus (Abb. 6) hat in Sachsen-Anhalt mehrere Verbreitungsschwerpunkte: im und am Harz, in den südlichen Landesteilen und in der Altmark. Sie ist eine klassische

Gebäudefledermaus, die im Sommer hinter Spalten, Attikas von Dächern, Holzverschalungen, unter Dachpfannen usw. ihre Quartiere anlegt. Diese Quartiere werden nicht selten von 100 und mehr Tieren genutzt. Als Jagdgebiete werden Strukturen wie Waldränder, parkartige Landschaften, auch Gewässer, Hecken und Gehölze, gerne auch der Siedlungsbereich, genutzt. Die Quartiere sind bis zu 2,5 km von den Jagdgebieten entfernt.



Abbildung 6: Portrait einer Zwergfledermaus.

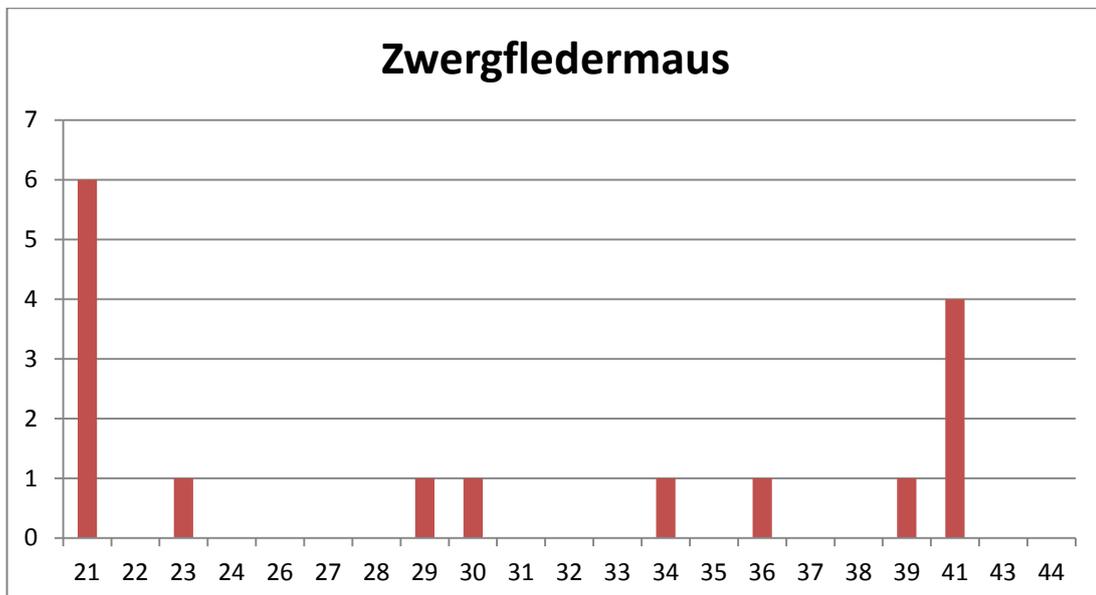


Abbildung 7: Anzahl der Rufsequenzen von Zwergfledermäusen gruppiert nach Kalenderwochen im Zeitraum 21.05.2015 (21. Woche) bis 31.10.2015 (44. Woche).

Die Auswertung zeigt (Abb. 7), dass diese Art, die vornehmlich strukturgebunden in niedriger Höhe fliegt, auch hier vereinzelt nachgewiesen wurde (Reichweite der Erfassung bis ca. 30 m

vom Mikrofon entfernt). Die hier nicht dargestellte zeitliche Auflösung nach Stunden zeigt, dass eine regelmäßige Verteilung der Nachweise über die Nacht stattgefunden hat und die Nachweise nicht nur Sonderereignisse in einzelnen Nächten darstellen. Dennoch handelt es sich um sehr wenige Kontakte, was angesichts der doch ausgeräumten Landschaft in der Umgebung der WEA nicht verwundert.

#### 4.2.3 Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*)

Die Rauhautfledermaus ist ein echter Fernzieher (bis 2.000 km). Im Sommer leben einzelne Tiere vor allem in Waldgebieten bevorzugt in der Nähe von Gewässern. Im August/September, auf dem Weg von den Sommerquartieren in die Winterquartiere, die aus Mauerspalt, Baumhöhlen oder Felsquartieren bestehen, werden von den Männchen einzelne Paarungsquartiere bezogen, gerne Höhlenbäume an Gewässerufeln. Die Rauhautfledermaus gehört neben den Abendseglern zu den am stärksten durch den Betrieb von WEA betroffenen Arten.

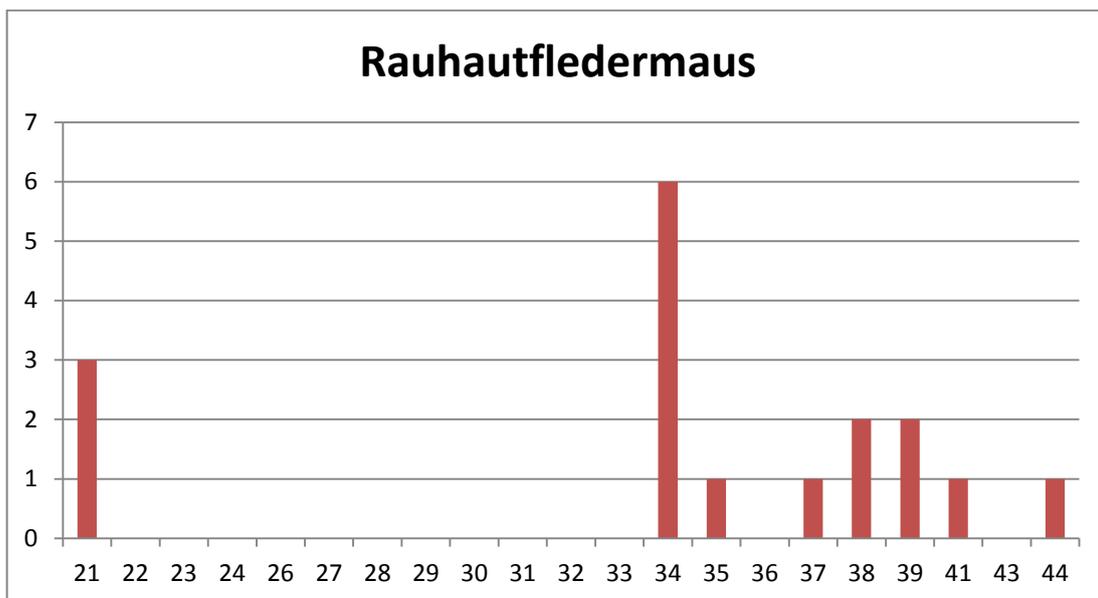


Abbildung 8: Anzahl der Rufsequenzen von Rauhautfledermäusen gruppiert nach Kalenderwochen im Zeitraum 21.05.2015 (21. Woche) bis 31.10.2015 (44. Woche).

Die Nachweise der Rauhautfledermaus setzen gleich zu Beginn des Monitorings in der 21. Woche ein (Frühjahrszug). Dann gibt es eine (übliche) größere Lücke im Auftreten der Art, und der Herbstzug setzt dann wieder in der 34. Woche ein und dauert bis in die 44. Woche an, möglicherweise auch noch etwas länger (Reichweite des Mikrofons für diese Art ca. 30 m). Die hier nicht dargestellte zeitliche Auflösung nach Stunden zeigt, dass eine regelmäßige Verteilung der Nachweise über die Nacht stattgefunden hat und die Nachweise nicht nur Sonderereignisse in einzelnen Nächten darstellen. Das Auftreten zur Zugzeit um die 34. Woche im August ist typisch für die Art. Dies wird auch vergleichbar in anderen Untersuchungsgebieten ermittelt.

Insgesamt zeigt die Grafik (Abb. 8) einen schwachen Frühjahrszug (typisch) und einen langgezogenen Herbstzug in die Winterquartiere (ebenfalls typisch).

### 4.3 Anlagenbetrieb

Tabelle 2 gibt Auskunft über die Anzahl der Fledermauskontakte pro Kalenderwoche. Es wurden insgesamt 374 Kontakte gezählt.

**Tabelle 2: Anzahl der Kontakte in den jeweiligen Kalenderwochen (2015).**

Kalenderwoche	Nyctaloid	Nyctalus	NYNO	PINA	PIPI	PIPY	Summe
21	4			3	6		13
22							0
23	4				1		5
24	9						9
25							0
26	1						1
27	1		1				2
28	1						1
29	1	2			1		4
30	6	2			1		9
31	2						2
32	14					1	15
33	64		9				73
34	102		12	6	1		121
35	28		8	1			37
36	20		12		1		33
37	4		3	1			8
38	2			2			4
39	6		1	2	1		10
40							0
41	6			1	4		11
42							0
43	7		4				11
44	4			1			5
<b>Summe</b>	<b>286</b>	<b>4</b>	<b>50</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>374</b>

**Erläuterung:**

<b>Nyctaloid</b>	Arten der Gattung <i>Nyctalus</i> und weitere mögliche Arten,
<b>Nyctalus</b>	Arten der Gattung <i>Nyctalus</i> ,
<b>NYNO</b>	Großer Abendsegler,
<b>PINA</b>	Rauhautfledermaus,
<b>PIPI</b>	Zwergfledermaus,
<b>PIPY</b>	Mückenfledermaus.

Tabelle 3 gibt Auskunft über die Aktivität bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten.

**Tabelle 3: Anzahl der Kontakte in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (2015).**

WIND_KLASSE in m/s	Nyctaloid	NYCTALUS	NYNO	PINA	PIPI	PIPY	Summe
0 - <1	4		2				6
1 - <2	104		7	3	4		118
2 - <3	63		20	4	5		92
3 - <4	24	1	4	5	5		39
4 - <5	37		7	1	2	1	48
5 - <6	25	3	4	2			34
6-<7	11		4	2			17
7-<8	10						10
<b>Summe</b>	<b>278</b>	<b>4</b>	<b>48</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>364</b>

**Erläuterung:**

Es wurden von den 374 erkannten Fledermauskontakten 364 Kontakte konkreten Windgeschwindigkeiten zugeordnet.

- Nyctaloid** Arten der Gattung *Nyctalus* und weitere mögliche Arten,
- Nyctalus** Arten der Gattung *Nyctalus*,
- NYNO** Großer Abendsegler,
- PINA** Rauhaufledermaus,
- PIPI** Zwergfledermaus,
- PIPY** Mückenfledermaus.

Bei der Interpretation der Tabellen 2 und 3 müssen verschiedene Aspekte dieser Untersuchung berücksichtigt werden. Die Winddaten liegen bei modernen Anlagen in einer zeitlichen Auflösung von Mittelwerten aus 10 Minuten-Intervallen vor. Dies bedeutet, dass alle 10 Minuten ein Mittelwert in den Messprotokollen gespeichert wird. Da die Winddaten vollständig übermittelt wurden, konnten alle Fledermauskontakte einem 10 Minuten-Intervall zugeordnet werden.

Die Fledermausdaten liegen dagegen im Prinzip mit sekundengenauen Zeitangaben vor. Die sekundengenau aufgezeichneten Fledermausdaten mussten also vor der Zuordnung zu einem der Windmessungsintervalle (ca. 30.000 Datensätze) zugeordnet werden, also auf 10 Minuten-Intervalle gerundet werden. Hier wurde so vorgegangen, dass jeder Fledermauskontakt der jeweils zeitlich nächsten Windangabe zugeordnet wurde.

Die Tabellen zeigen, dass die Anzahl der Fledermauskontakte an der Anlage im Untersuchungsjahr 2015 auf niedrigem Niveau bis etwa 6 m/s verbleibt. Ab 6 m/s ist eine deutliche Verringerung der Aktivität zu verzeichnen.

Zeitlich steigt die Gesamtaktivität im Untersuchungsjahr auf ihr Maximum ab der 32. Woche mit einem Peak im August (34. Woche) und fällt ab der 37. Woche wieder sehr stark ab. Das Ende der Fledermausaktivitäten lag im Jahr 2015 hier in der 44. Woche, also Ende Oktober (Ende der Messung).

## 5 ERMITTLUNG DER RISIKEN FÜR FLEDERMÄUSE DURCH DEN BETRIEB DER ANLAGEN

### 5.1 Allgemeines

Mit dem Bau und Betrieb von WEA gehen für Fledermäuse verschiedene Gefährdungen einher, die aufgrund strenger Artenschutzvorschriften des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) und weiterer planungsrechtlicher Vorschriften einer gezielten Beurteilung bedürfen (s. Kap. 2).

Insbesondere der Status aller heimischen Fledermausarten als Arten des Anhang IV der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (FFH-RL) bewirkt, dass die Fledermäuse als „streng geschützte“ Arten unter die Schutzvorschriften des § 44 (1) BNatSchG fallen. Danach ist es verboten:

- „*wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören*“ (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG) - **Tötungsverbot**,
- „*wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören; eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert*“ (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG) - **Störungsverbot**,
- „*Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören*“ (§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG) - **Verbot der Zerstörung von Fortpflanzungs- oder Ruhestätten**.

Im Hinblick auf den Betrieb von WEA ist vor allem das Tötungsverbot zu beachten. Eine Zerstörung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten ist im vorliegenden Fall nicht anzunehmen, da Quartiere der entsprechenden Arten im direkten Aufstellbereich der neuen Anlagen ausgeschlossen werden können. Inwieweit auch das Verbot der Störung einschlägig würde, kann kaum beurteilt werden. Eine Störung im artenschutzrechtlichen Sinne läge dann vor, wenn der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art sich durch den Betrieb der Anlage verschlechtern würde, etwa wenn durch Verdrängungseffekte ein Quartier nicht mehr genutzt werden könnte. Solche Effekte sind theoretisch denkbar, aber kaum bzw. ohne bodengebundene Untersuchungen gar nicht nachweisbar.

Das Tötungsverbot gilt individuenbezogen. Es kann allerdings bei „*lebensnaher Betrachtung an keinem Standort ausgeschlossen werden, dass einzelne Exemplare besonders geschützter Arten durch Kollisionen mit Windkraftanlagen zu Tode kommen. Windkraftanlagen geraten daher mit dem Verbot in Konflikt, wenn sie das Risiko der Tötung von Individuen in signifikanter Weise erhöhen*“ (GELLERMANN & SCHREIBER 2012).

### 5.2 Signifikant erhöhtes Schlagrisiko - Definitionsversuch

Bei der Einschätzung eines signifikant erhöhten Tötungsrisikos sind von einigen Bundesländern sehr niedrige Schwellen gesetzt worden. So liegt die Schwelle, ab der das Tötungsverbot gelten soll, in einigen Leitfäden bereits bei ein bis zwei Tieren/Jahr und Anlage. In Sachsen-Anhalt ist

bislang kein Wert festgelegt worden, so dass die Entscheidung darüber der sog. „Einschätzungsprärogative“ der Unteren Naturschutzbehörden obliegt; die Festlegung einer Schwelle würde auch schwierig werden, da niemand anhand naturwissenschaftlicher Daten festlegen kann, wie die Auswirkungen auf die Bestände überhaupt zu beurteilen sind.

Es stellt sich dabei auch die Frage, ob eine solche „erlaubte“ Tötung von Fledermäusen mit festen Zahlenschwellen dem gebotenen Schutz dieser Tierartengruppe gerecht wird (VOIGT et al. 2015). Ein statischer Ansatz (1-2 Tiere/Anlage und Jahr) dürfte dem geltenden Artenschutzrecht allerdings nicht gerecht werden.

Derzeit kristallisiert sich bei den Gerichten ein weiterer Ansatz in der Beurteilung des Schlagrisikos heraus, der, obwohl es sich beim Tötungsverbot um ein auf Individuen bezogenes Verbot handelt, einem populationsbezogenen Ansatz folgt. So urteilt z. B. die 12. Kammer des VG Hannover am 22.11.2012 unter Bezug auf einer Reihe weiterer Urteile, dass sich eine Art „häufig“ im Gefahrenbereich einer Anlage aufhalten muss, um einem signifikant erhöhten Tötungsrisiko zu unterliegen (ohne zu definieren, was „häufig“ ist). Weiter wird ausgeführt, dass es für die Unterstellung eines solchen erhöhten Schlagrisikos erforderlich sei, dass Anlagen im Bereich von bedeutenden Jagdhabitaten oder Flugrouten stehen. Der reine Nachweis schlaggefährdeter Arten reiche nicht aus. Andere Gerichte drücken sich ebenso vage aus und sprechen davon, dass nicht nur „einzelne“ sondern „mehrere“ Fledermäuse betroffen sein müssen.

Im vorliegenden Bericht werden diese gerichtlichen Einschätzungen so verstanden, dass nur wenige oder ein paar Kontakte einer Art im Messzeitraum für die Ableitung eines signifikant erhöhten Schlagrisikos irrelevant sind. Diese Auslegung hat wesentliche Bedeutung für die Frage, welche Arten hier zu betrachten sind und ob ggf. Abschaltzeiten erforderlich werden oder nicht. Wo die Schwelle zur Relevanz liegt, kann allerdings nicht objektiv beurteilt werden. So könnten bereits 50 Kontakte im Messzeitraum bei schlagermöglichenden Windgeschwindigkeiten genügen, um wenigstens ein oder zwei Tiere zu schlagen. Es könnte genauso gut sein, dass jeder Kontakt in Gefahrensituationen ein Schlagopfer bedeutet. Grundsätzlich ist die These: je mehr Kontakte, desto mehr Schlagopfer, sicher plausibel. Dabei muss aber beachtet werden, dass wenige Kontakte einer Art nicht automatisch mit wenigen Schlagopfern einhergehen müssen, oder besser ausgedrückt, es ist falsch zu behaupten, dass einige wenige Kontakte kein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko bedeuten, da es keine linearen Zusammenhang zwischen diesen Kenngrößen gibt. Insofern ist die sich bei Gerichten verfestigende These, dass nur viele Kontakte auch mit einem signifikant erhöhten Schlagrisiko einhergehen, wissenschaftlich nicht haltbar.

Angesichts der eher geringen Kontakte an der Anlage ist eine Einschätzung des konkreten Schlagrisikos ohne Ermittlung fledermausfreundlicher Betriebsalgorithmen nicht möglich.

### 5.3 Relevante Windgeschwindigkeit

Um einschätzen zu können, wie viele Kontakte im Bereich eines möglichen Schlagrisikos für Fledermäuse an der Anlage tatsächlich gemessen wurden, wird angenommen, dass die relevante Schwelle, bei der eine Verletzung oder Tötung von Fledermäusen möglich ist, ab einer Windgeschwindigkeit über 3m/s erreicht werden kann. Es wird hier hilfsweise unterstellt, dass

der Rotor bei niedrigeren Windgeschwindigkeiten keine ausreichende Geschwindigkeit aufnimmt.

Auch dieser Wert, ab dem eine Gefährdung eintritt, ist allerdings nicht exakt zu ermitteln. Generell dreht sich der Rotor einer WEA bis zu einer bestimmten Windstärke umso schneller, je stärker der Wind weht. Da moderne Anlagen bei Veränderungen der Windgeschwindigkeit den Winkel der Rotoren verstellen (ohne die Drehzahl beliebig zu erhöhen), gibt es eine Obergrenze der Rotordrehung. Generell tendieren moderne Anlagen dazu, auch bei niedrigen Windgeschwindigkeiten und entsprechend langsamen Rotordrehungen bereits effizient Strom zu gewinnen, was den Konflikt in Zukunft erhöht (s. Kap. 2).

Problematisch ist, dass es Situationen gibt, in denen Rotoren mit großer Geschwindigkeit laufen, obwohl kein Wind weht. Die besonders im Binnenland stark schwankende Windgeschwindigkeit (die als Indikator für die Schlaggefährdung benutzt wird) verhält sich nicht immer linear zur Rotordrehung. Die Rotoren drehen bei plötzlich ausbleibendem Wind aufgrund der Trägheit (Impulserhaltungssatz) weiter („Trudelbetrieb“). Wie lange diese Phasen im Einzelnen sind, kann nicht vorhergesagt werden. Ein frei gegriffenes aber plausibles Maß für die Tötungsgefährdung läge dann vor, wenn an der Rotorspitze ca. 50 km/h erreicht würden (beispielsweise 6,5 Umdrehungen/Minute bei 70,5 m Rotordurchmesser)<sup>2</sup>.

**Tabelle 4: Anzahl der Kontakte bei schlagermöglichenden Windgeschwindigkeiten ab 3m/s.**

WIND_KLASSE in m/s	Nyctaloid	NYCTALUS	NYNO	PINA	PIPI	PIPY	Summe
0 - <1							
1 - <2							
2 - <3							
3 - <4	24	1	4	5	5		39
4 - <5	37		7	1	2	1	48
5 - <6	25	3	4	2			34
6-<7	11		4	2			17
7-<8	10						10
<b>Summe</b>	<b>107</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>148</b>

**Erläuterung:**

- Nyctaloid** Arten der Gattung *Nyctalus* und weitere mögliche Arten,
- Nyctalus** Arten der Gattung *Nyctalus*,
- NYNO** Großer Abendsegler,
- PINA** Flughautfledermaus,
- PIPI** Zwergfledermaus,
- PIPY** Mückenfledermaus.

Die Rotorumdrehung kann daher jedenfalls zeitweise nicht mit einer konkreten Windgeschwindigkeit korreliert werden und müsste eigens betrachtet werden. Da aber keine Werte für die Rotordrehungen/Minute vorliegen, wird hier hilfsweise von einem regelmäßigen

---

<sup>2</sup> Es wurden vom Büro „Umweltplanung Lichtenborn“ Untersuchungen durchgeführt, bei denen anhand der Angaben zu Rotorumdrehungen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit berechnet wurde, dass beispielsweise der Wert der Rotordrehung bei 2,2 m/s Windgeschwindigkeit zwischen 0 und 10 Umdrehungen/Minute schwankt, was einen Geschwindigkeitsunterschied an der Rotorspitze von 17,4 km/h (1 Umdrehung/Minute) zu 173,16 km/h (10 Umdrehungen/Minute) ausmachen kann.

Tötungsrisiko ab 3 m/s Windgeschwindigkeit ausgegangen<sup>3</sup>. Tabelle 4 zeigt, dass noch 148 Kontakte/Vorbeiflüge an der Anlage bei schlagermöglichen Windgeschwindigkeiten gemessen wurden. Dieser Wert ist sehr gering.

## 6 FACHLICHE SCHLUSSFOLGERUNGEN

Eine quantitative Einschätzung der möglichen Schlagopferzahlen am Standort auf der Basis des bisher durchgeführten Gondelmonitorings ohne die Berechnung von Betriebsalgorithmen ist nicht möglich, da der Zusammenhang zwischen Schlagopfern und Anzahl der Kontakte nicht linear ist.

Auf der Grundlage der vorgelegten Ergebnisse werden hier abschließend einige Erkenntnisse und Empfehlungen zusammenfassend dargestellt:

- Es wurden an der Anlage Abendsegler, Rauhaufledermaus und Zergfledermaus sowie mit einem Kontakt die Mückenfledermaus im Einwirkungsbereich der Rotoren bei schlagermöglichen Windgeschwindigkeiten registriert. Da hier Registrierungen aus dem Gondelbereich, also dem unmittelbaren Gefahrenbereich zugrunde liegen, ist potenziell jede sich nähernde Fledermaus in diesem kritischen Bereich ein Schlagopfer.
- Das Schlagrisiko an der untersuchten Anlage ist mit großer Wahrscheinlichkeit eher gering und lässt sich aufgrund der zeitlichen Verteilung der Nachweise pauschal auf ein Zeitfenster zwischen der 32. und 37. Woche begrenzen.
- Auf Basis des durchgeführten akustischen Monitorings könnte mit Hilfe einer entsprechenden Berechnung ermittelt werden, wie viele Tiere im Verlauf des Jahres an dieser geschlagen würden (ohne Regelung des Anlagenbetriebs).
- Wie groß der kritische Bereich ist, kann nicht eindeutig definiert werden. Hier wird davon ausgegangen, dass mindestens ab einer Geschwindigkeit von 50 km/h an der Rotorspitze eine Gefahr für Fledermäuse verbunden ist. Möglicherweise tritt auch bereits ab einer geringeren Geschwindigkeit des Rotors eine Gefährdung ein, was die Kontaktzahlen im Risikobereich noch einmal erhöhen würde.
- Aufgrund der Lage der Anlage völlig frei in der Landschaft ist anzunehmen, dass bei Neubau einer doppelt so großen Anlage die Zahl der Fledermauskontakte sich möglicherweise nicht gravierend unterscheiden wird. Abschaltzeiten müssten dann mit den Parametern der neuen Anlage ermittelt werden.
- Unabhängig von den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung kann bei Verwendung fledermausfreundlicher Betriebsalgorithmen damit gerechnet werden, dass mit diesen ein möglicher Konflikt „Fledermäuse vs. WEA“ entschärft werden kann.

---

<sup>3</sup> Es gibt derzeit keine gesicherten Angaben darüber, ab welcher Geschwindigkeit des Rotors Fledermäuse nicht mehr in der Lage sind, Hindernissen auszuweichen. Auch ist völlig unbekannt, ab welcher Rotorgeschwindigkeit ein Unterdruck auftreten kann, der ein Barotrauma verursachen kann. Bei Straßenneubauten wird in verschiedenen Arbeitshilfen der Bundesstraßenbauverwaltung und der Landesstraßenbauämter eine Geschwindigkeit von 50 km/h als Grenze angenommen, bei der querende Fledermäuse drohenden Kollisionen mit dem Verkehr noch ausweichen können (z. B. LANDESBETRIEB STRAßENBAU UND VERKEHR SCHLESWIG-HOLSTEIN 2011). Abendsegler fliegen mit einer ähnlichen Geschwindigkeit im freien Luftraum.

## 7 LITERATUR

- AHLÉN, I. (2002): Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. - Fauna och flora 97(3): 14-21.
- ARNETT, E. B. (technical editor) (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.
- BACH, L. & U. RAHMEL (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse - eine Konfliktabschätzung. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 7: 245- 252.
- BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH. (Hrsg.) (2011a): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 457 S., Cuvillier Verlag, Göttingen.
- BRINKMANN, R., O. BEHR, F. KORNER-NIEVERGELT, J. MAGES, I. NIERMANN & M. REICH (2011b): Zusammenfassung der praxisrelevanten Ergebnisse und offene Fragen. - In: BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 425-457, Cuvillier Verlag, Göttingen.
- BRINKMANN, R. & SCHAUER-WEISSHAHN, H. (2004): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse in Südbaden - Zwischenbericht. - Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg, Kurzfassung des Zwischenberichtes 2005 veröffentlicht unter <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1154333/index.html>.
- CRYAN, P. M. (2008): Mating behavior as a possible cause of bat fatalities at wind turbines. - Journal of Wildlife Management 72: 845–849.
- CRYAN, P. M. & BARCLAY, R. M. R. (2009): Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. - Journal of Mammalogy 90: 1330-1340.
- DÜRR, T. & L. BACH (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen - Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 7: 253-263.
- DÜRR, T. (2015): Bundesdeutsche Schlagopferkartei, Stand 18.12.2012. download: [http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka\\_fmaus\\_de.xls](http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka_fmaus_de.xls), am 20.12.2015.
- GELLERMANN, M. & M. SCHREIBER (2012): Windenergie und Artenschutz - Erfassung, Bewertung und Minimierung der Auswirkungen auf Arten, Bundesverband für Wohnen und Stadtentwicklung, Seminarunterlage vom 07.05.2012.
- HEIDECKE, D., T. HOFMANN, M. JENTZSCH, B. OHLENDORF & W. WENDT (2004): Rote Liste der Säugetiere (Mammalia) des Landes Sachsen-Anhalt (2. Fassung, Stand: Februar 2004). - Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39 (2004): 132-137.
- JOHNSON, G. D., W. P. ERICKSON, M. D. STRICKLAND, M. F. SHEPHERD, & D. A. SHERPHERD (2000): Avian monitoring studies at the Buffalo Ridge, Minnesota Wind Resource Area:

- Results of a 4-year study. - unveröff. Bericht an die Northern States Power Company, Minnesota. 262 S.
- JOHNSON, G. D., W. P. ERICKSON, M. D. STRICKLAND, M. F. SHEPHERD, & D. A. SHERPHERD (2003): Mortality of bats at a Large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. - *Am. Midl. Nat.* 150: 332-342.
- KOORDINATIONSSTELLE FÜR FLEDERMAUSSCHUTZ BAYERN (o. J.): Kriterien für die Wertung von Artnachweisen basierend auf Lautaufnahmen, Version 1, Oktober 2009.
- KUNZ, T. H., E. B., ARNETT, W. P. ERICKSON, A. R. HOAR, G. D., JOHNSON, R. P., LARKIN, M. D. STRICKLAND, R. W. THRESHER & M. D. TUTTLE, (2007): Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. - *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5: 315–324.
- LANDESBETRIEB STRAßENBAU UND VERKEHR SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) (2011): Fledermäuse und Straßenbau - Arbeitshilfe zur Beachtung der artenschutzrechtlichen Belange bei Straßenbauvorhaben in Schleswig-Holstein. Kiel. 63 S. + Anhang.
- LIMPENS, H. & A. ROSCHEN (2005): Fledermausrufe im Bat-Detektor, NABU Umweltpyramide Bremervörde.
- MEINIG, H., P. BOYE & R. HUTTERER (2009): Rote Liste und Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands (Stand Oktober 2008). - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(1): 115-153.
- NIERMANN, I., R. BRINKMANN, F. KORNER-NIEVERGELT & O. BEHR (2011a): Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. - In: BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore- Windenergieanlagen. *Umwelt und Raum* Bd. 4, 40-115, Cuvillier Verlag, Göttingen.
- NIERMANN, I., S. VON FELTEN, F. KORNER-NIEVERGELT, R. BRINKMANN & O. BEHR (2011b): Einfluss von Anlagen- und Landschaftsvariablen auf die Aktivität von Fledermäusen an Windenergieanlagen. In: BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (Hrsg.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. - *Umwelt und Raum* Bd. 4: 384-405, Cuvillier Verlag, Göttingen.
- NLT - NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG (2011): Arbeitshilfe Naturschutz und Windenergie. - Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie zur Durchführung der Umweltprüfung und Umweltverträglichkeitsprüfung bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen (Stand: Oktober 2011).
- SKIBA, R. (2009): Europäische Fledermäuse. - Die neue Brehm-Bücherei 648. Hohenwarsleben: Westarp. 220 S.
- TRAPP, H., D. FABIAN, F. FÖRSTER, F. & O. ZINKE (2002): Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. - *Naturschutzarbeit in Sachsen* 44: 53-56.

VOIGT, C. C, L. S. LEHNERT, G. PETERSONS, F. ADORF & L. BACH (2015): Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. - European Journal of Wildlife Research 61: 213-219.

ZINGG, P. (1990): Akustische Artidentifikation von Fledermäusen (Mammalia: Chiroptera) in der Schweiz.