

Fachbeitrag Fledermäuse zum Repowering am Windparkstandort Georgshof

Auftraggeber

Windpark Georgshof GmbH & Co. KG

Auftragnehmer

Dipl.-Biol. Lothar Bach, Freilandforschung, zool. Gutachten

Bremen, Oktober 2023

Impressum

Auftraggeber:

Onno Poppinga, GF
Windpark-Georgshof GmbH & Co. KG
Joachimsfeld 1
26553 Dornum
Tel.: 04933-991111
Email: poppinga@muehlenkontor.de

Auftragnehmer:

Lothar Bach
Freilandforschung, zool. Gutachten
Hamfhofsweg 125 b
28357 Bremen
Tel/Fax: 0421-2768953
Email: lotharbach@aol.com

Projektbearbeitung:

Dipl.-Biol. Lothar Bach, Bremen

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	3
1.1 Zielsetzung der Untersuchung	3
2. Grundsätzliches zum Konfliktfeld Fledermäuse und Windkraftnutzung	4
3. Untersuchungsgebiet und Methode	8
3.1 Untersuchungsgebiet	8
3.2 Methode	8
4. Ergebnisse	9
4.1 Übersicht	9
4.2 Darstellung der Ergebnisse aus den drei Gutachten	10
5. Bewertung der Befunde	12
5.1 Bewertung des Artenspektrums	12
5.2 Bewertung nach dem Gefährdungspotential	12
5.3 Bewertung der Aktivitäts- und Raumnutzungsbefunde	12
6. Konfliktanalyse	13
7. Zusammenfassung	14
8. Literatur	15
Anhang	

1. EINLEITUNG

Trotz des rechtlichen Schutzes von Fledermäusen erlitten Fledermäuse zum Teil drastische Bestandsrückgänge (KULZER et al. 1987; ROER 1977). Als Ursache sind vorwiegend komplex zusammenwirkende, anthropogen verursachte Faktoren zu nennen. Hierzu gehören u. a. Quartierverlust durch Dachsanierung oder Störung von Winterquartieren, schleichende Vergiftung durch Biozide und deren Abbauprodukte in der Nahrung, vor allem aber Verlust von Lebensräumen sowie Nahrungsverlust als Folge der Uniformierung der Landschaft. Nach einer Erholung der Bestände in den 1990ern Jahre ist seit etwa 10 Jahren erneut eine Abnahme zu beobachten. Neuerlicher Grund hierfür sind wiederum eine verstärkte Intensivierung der Landwirtschaft und damit einhergehender Insektenverlust, die Quartierverlust durch Gebäudesanierungen und Entfernung von Höhlenbäumen, aber in zunehmendem Maße auch durch Kollisionsrisiko durch Windenergieanlagen (s. Kap.2). Die meisten heimischen Fledermausarten mussten in die Rote Liste Niedersachsens bzw. fast alle in die Rote Liste Deutschlands aufgenommen werden (NLWKN in Vorb., MEINIG et al. 2020). Die Bundesrepublik Deutschland hat zudem im Laufe der Jahre eine Reihe von internationalen Konventionen zum Schutze der Fledermäuse ratifiziert, u.a. 1991 das "Abkommen zur Erhaltung der Fledermäuse in Europa" (Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1993, Teil II: 1106-1112) und räumt dem Fledermausschutz auch hohen politischen Stellenwert ein. Die Notwendigkeit der Berücksichtigung von Fledermäusen im Rahmen von Eingriffsplanungen lässt sich somit aus den gesetzlichen Grundlagen ableiten.

Zu den abwägungsrelevanten Belangen für die Begründung des jeweiligen Planungsvorhabens gehören u. a. alle besonders geschützten, streng geschützten (gemäß Anhang IV der FFH-Richtlinie) oder vom Aussterben bedrohten Tierarten, da die Artenschutzbestimmungen nach § 44 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) in der Eingriffsregelung zu berücksichtigen sind. Zu überplanende Bereiche sind demnach in jedem Fall auf das Vorkommen solcher Arten hin zu untersuchen und in Hinblick auf ihre Bedeutung einzuschätzen. Von Belang sind allerdings nicht nur die durch die Artenschutzbestimmungen geschützten Tiere, sondern vielmehr alle Tierartenvorkommen, deren Kenntnis die Planungsentscheidung beeinflusst.

1.1 Zielsetzung der Untersuchung

Zielsetzung des vorliegenden Berichtes ist die Darstellung und Bewertung der Fledermausvorkommen im Rahmen der Eingriffsbewertung zur Windparkplanung "Georgshof". Bei dem vorliegenden Vorhaben handelt es sich um ein Repowering: 9 alte WEA (E40 mit NH von 50m) werden zurückgebaut und durch vier neue WEA (E-138EP3-E3 mit NH 111m) ersetzt. Hierzu werden alte, vorliegende Daten aus dem direkten Umfeld aus den vergangenen Jahren eingesehen und auf ihre heutige Gültigkeit und ihre Verwendbarkeit für eine Eingriffsabschätzung bewertet.

2. GRUNDSÄTZLICHES ZUM KONFLIKTFELD FLEDERMÄUSE UND WINDKRAFTNUTZUNG

Windenergie spielt in Deutschland im Rahmen der nationalen Strategien zur Förderung erneuerbarer Energieträger generell seit vielen Jahren eine große Rolle. Laut Deutsche WindGuard (2022) existieren in Deutschland etwa 28.230 WEA, die 56.130 MW Energie produzieren. Infolge seiner Windhöffigkeit ist das Bundesland Niedersachsen mit 6.119 WEA (11.687 MW; 21%) mit Abstand das Bundesland mit der höchsten Zahl an WEA (Stand 31.12.2021; Deutsche WindGuard 2022). Infolge der zunehmenden Zahl an WEA treten vermehrt Konflikte mit dem Artenschutz, vor allem beim Schutz von größeren Vögeln sowie von Fledermäusen, auf (BERNADINO et al. 2013; VOIGT et al. 2015; FRICK et al. 2017; BEHR et al. 2018; LINDEMANN et al. 2018). Fledermäuse gehören laut Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der EU und damit auch laut Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) zu den besonders und streng zu schützenden Arten. Für sie gilt damit das individuenbezogene Tötungsverbot nach §44 (1) Satz 1 BNatSchG. Um kollisionsgefährdete Fledermäuse an WEA zu schützen, müssen im Rahmen von Windparkplanungen wirksame Vermeidungsmaßnahmen erarbeitet werden. Dabei gilt, neben der Standortwahl, die Abschaltung von WEA zu bestimmten, nach der Aktivität der Fledermäuse festzulegenden, Nachtzeiten als wichtigste und effizienteste Vermeidungsmaßnahme (VOIGT et al. 2015; RODRIGUES et al. 2015; ARNETT & MAY 2016).

Seit 1996 ist das Thema Windenergie und Fledermäuse im Gespräch. Man ging zunächst davon aus, dass Fledermäuse vornehmlich mit Meidungsverhalten auf Windenergieanlagen (WEA) in ihrem Jagdhabitat reagieren (RAHMEL et al. 1999), auch wenn es schon vereinzelte Nachweise von Fledermausschlag aus Australien und den USA gab (OSBORN et al. 1996, HALL & RICHARDS 1972). Aber schon wenige Jahre später wurde deutlich, dass man mit dieser Einschätzung hierzulande nicht ganz richtig lag. Zwar konnte nachgewiesen werden, dass die damals relativ niedrigen WEA mit Rotorradien von ca. 35m einen Vertreibungseffekt bei einigen Arten auslösen konnten (BACH 2001, BACH & RAHMEL 2004), es zeichnete sich aber schon ab, dass dies dauerhaft das geringere Problem ist. DÜRR (2001), ALCALDE (2003) konnten zeigen, dass auch in Europa Fledermäuse regelmäßig an WEA zu Tode kommen, was auch durch weitere Studien außerhalb Europas belegt wurde (z.B. JOHNSON et al 2003, KEELEY et al. 2001). DÜRR & BACH (2004) werteten erstmalig bekannte Totfunde in Deutschland systematisch in Bezug auf Nabenhöhe, Rotorlänge und Nähe zur nächstgelegenen Heckenstruktur aus. Nachfolgend nahmen Untersuchungen im In- und Ausland zu diesem Thema zu. So erschien beispielsweise 2007 ein ganzes Themenheft zu Fledermäusen und der Nutzung der Windenergie im Nyctalus (Nyctalus Band 12, Heft 2-3). Hier wurden neben weiteren Auswertungen von Schlagopfern (z.B. SEICHE 2007) und ersten Vorschlägen zur systematischen Schlagopfersuche (NIERMANN et al. 2007) auch erstmalig akustische Untersuchungen und Vorschläge zur Vermeidung von Fledermausschlag durch Abschalten der WEA dargestellt (BEHR et al. 2007, GRUNWALD & SCHÄFER 2007). In den folgenden Jahren entstand das erste bundesweite Projekt zum Thema Fledermausschlag an WEA (BRINKMANN et al. 2011), woraus sich die beiden RENEBAT II und III-Studien entwickelten, welche die Erarbeitung des bundesweit vielfach etablierte ProBat-Tools für fledermausfreundliche Abschaltalgorithmen zum Ziel hatte (BEHR et al. 2015, 2018). Auch in den USA wurde weiterhin intensiv an diesem Thema gearbeitet (ARNETT et al. 2008, KUNZ et al. 2007), wobei als Schwerpunkt dort - neben dem Abschalten der WEA (z.B. ARNETT et al. 2011, SCHIRMACHER et al. 2017a, b, MARTIN et al. 2017) - auf die Vergrämung der Fledermäuse als Vermeidungsmaßnahme im Fokus stand (ARNETT et al. 2013,

CRYAN et al. 2022, GILMOUR et al. 2021, HORN et al. 2008). Insgesamt zeigt sich aber heutzutage, dass gezielte Abschaltungen der WEA den besten Schutz gewährleisten (ARNETT & MAY 2016). Eine gute Übersicht über die aktuelle Diskussion zum Thema Windenergie und Fledermäuse geben beispielsweise RODRIGUES et al. (2015) und BARCLAY et al. (2017).

Welche Wirkfaktoren können unterschieden werden? Im Laufe der Jahre hat sich gezeigt, dass zwei Faktoren im Fokus stehen: Meidung/Jagdgebietsverlust und Kollisionen. Die folgenden Abschnitte beziehen sich nahezu ausschließlich auf WEA im Offenland. WEA im Wald verschärfen die Situation insofern, dass neben den betriebsbedingten Beeinträchtigungen (Kollision, Jagdgebietsverlust) noch bau- und anlagebedingte Beeinträchtigungen (z.B. Quartierverlust), auch von nicht schlaggefährdeten Arten, in starkem Maße hinzukommen.

Meidung/Jagdgebietsverlust

Nachdem das Thema Meidung – und damit einhergehend Jagdgebietsverlust – bei kleinen WEA (BACH 2001) infolge der immer höheren WEA mit immer längeren Rotoren und den dramatisch zunehmenden Schlagopferzahlen in Vergessenheit geriet, nimmt diese Diskussion mit neuen Erkenntnissen wieder Fahrt auf. So konnte ROELEKE et al. (2016) feststellen, dass männliche Große Abendsegler (im Folgenden nur Abendsegler genannt) Windparks tendenziell meiden, während Weibchen vermehrt im Windpark jagen. Diese Ergebnisse wurden später relativiert, da sich herausstellte, dass beim Abendsegler keine geschlechterspezifische Korrelation zwischen Meidung und Attraktion von Windparks existiert (REUSCH et al. 2022). Dabei konnte festgestellt werden, dass Abendsegler Windparks an der Nordseeküste über mehrere km hinweg meiden. Gleichzeitig fanden (REUSCH et al. 2022) aber auch, dass Windparks offenbar in der Nähe von Quartieren oder Jagdlebensräumen anlockend auf Fledermäuse wirken. MILLON et al. (2018) zeigen, dass in den Tropen Tiere der Gattung *Miniopterus* und *Chalinolobus* in deutlich geringerer Aktivität an WEA vorkamen als im Umfeld und prognostizieren einen erheblichen Jagdgebietsverlust für Arten dieser Gattung. Dass dies nicht nur für tropische Arten gilt, konnten BARRÉ et al. (2018) zeigen: sie fanden in Frankreich im Offenland eine um ca. 20% niedrigere Aktivität von Kleinabendsegler und Zwergfledermaus innerhalb eines 1000m-Radius um WEA im Vergleich zum Umfeld.

Diese Untersuchungen zeigen, dass das Thema Fledermäuse und Windenergie deutlich komplexer ist als bislang angenommen. Es tritt einerseits art- bzw. individuenpezifisches Meideverhalten an Windparks auf, was bei großflächigen Windparks zu erheblichem Jagdgebietsverlust führen kann (BARRÉ et al. 2018, REUSCH et al. 2022). Andererseits werden Arten bzw. Individuen von WEA unter Umständen auch angelockt (GUEST et al. 2022; REUSCH et al. 2022), was im schlechtesten Fall zu Kollisionen und damit zum Tod der Individuen führt (s.u.). Das angeführte Meideverhalten und der damit einhergehende Jagdgebietsverlust sind in Zukunft neben der Schlagproblematik stärker zu berücksichtigen. Problematisch dabei ist, dass es bislang, infolge des weitgehenden Ignorierens dieses Problems keine Daten zur art- bzw. individuenpezifischen Intensität der Meidung gibt, was die Erarbeitung von Maßnahmen erschwert.

Kollisionen

Zu Beginn muss betont werden, dass zwei Faktoren zum Tode von Fledermäusen an WEA führen können, die gemeinhin unter dem Sammel-Begriff „Kollision“ geführt werden: Kollision, indem Fledermäuse direkt von den Rotoren getroffen werden, und Barotrauma, durch das die Tiere infolge des Unterdrucks vorbeistreichender Rotoren durch Organschädigungen stark verletzt bzw. getötet werden (z.B. BAERWALD et al. 2008, ROLLINS et

al. 2012, TRAPP et al. 2002). BAERWALD et al. (2008) konnten bei etwa 46% aller gefundenen Schlagopfer keine äußerlichen Verletzungen feststellen, was auf Barotrauma hinweist. Diese so verletzten Tiere können prinzipiell noch fliegen, ggf. sogar noch mehrere Tage überleben; werden daher bei der Schlagopfersuche i.d.R. nicht gefunden, was eine Unterschätzung der tatsächlichen Verunfallungsrate bedeutet!

Welche Arten sind von Kollisionen/Barotrauma (im Folgenden immer unter dem Begriff **Kollisionen** zusammengefasst!) betroffen? Generell kann gesagt werden, dass alle Arten betroffen sind, welche aufgrund ihrer Echoortung befähigt sind, in offenen, strukturlosen Flächen zu jagen. Hierzu zählen neben den typischen hochfliegenden Arten Abendsegler, Kleinabendsegler und Zweifarbfledermaus auch alle *Pipistrellus*-Arten und die Breitflügel- und Nordfledermaus (Nordfledermaus: AHLÉN 2002). Nach VOIGT (2020) werden folgende Arten am meisten geschlagen: Abendsegler (32,2%), Rauhautfledermaus (28,8%), Zwergfledermaus (19%), Kleinabendsegler (4,9%), Zweifarbfledermaus (3,9%), Mückenfledermaus (3,6%) und Breitflügelfledermaus (1,7%) (vgl. RODRIGUES et al. 2015, DÜRR 2021). Die meisten Schlagopfer treten im Zeitraum Mitte August bis Mitte September (z.B. NIERMANN et al. 2011, SEICHE 2007, BACH et al. 2020a) auf. Dies führte zu Beginn der Schlagopfer-Diskussion dazu, dass vermutet wurde, es handelt sich diesbezüglich vornehmlich um wandernde Fledermäuse. Erst die Tatsachen, dass auch vermehrt nicht ziehende Arten (z.B. Zwergfledermäuse) verunfallten bzw. auch schon im Juni Schlagopfer gefunden wurden, lenkte die Aufmerksamkeit auch auf die lokalen Populationen (BRINKMANN et al. 2011). RYDELL et al. (2010a) zeigten ebenfalls, dass in vielen Untersuchungen Schlagopfer auch außerhalb der Zugzeiten auftreten. Wie stark der jeweilige Anteil ziehender Tiere ist, ist vermutlich sowohl regional- als auch artspezifisch (VOIGT et al. 2012). Der nordwestdeutsche Küstenbereich besitzt beispielsweise eine Konzentration an Rauhautfledermaus-Wochenstuben und liegt zudem in einem Verdichtungsraum des Fledermauszuges, insbesondere neben der Rauhautfledermaus auch für den Abendsegler (BACH et al. 2009, 2021, 2022, FREY et al. 2012, KRUSZYNSKI et al. 2020, RYDELL et al. 2014). Für die Rauhautfledermaus konnte gezeigt werden, dass an Standorten mit hoher WEA-Dichte insbesondere in Küstennähe, wo diese Art nicht nur Wochenstuben ausbildet, sondern auch konzentriert zieht, es bei den Schlagopfern kaum Unterschiede in den Altersklassen gibt (KRUSZYNSKI et al. 2022). Im Binnenland mit geringerer WEA-Dichte und vorhandenen Wochenstuben dieser Art, aber geringerem Zugaufkommen (Breitfrontzug), werden dagegen verstärkt Jungtiere geschlagen.

Die Gründe, warum Fledermäuse an der WEA verunfallen, sind bislang nur unzureichend geklärt. So gehen BAERWALD et al. (2009) davon aus, dass es sich dabei um migrierende Tiere handelt, welche in großer Höhe fliegen und die WEA zu spät wahrnehmen. CRYAN et al. (2014) konnten jedoch zeigen, dass Fledermäuse WEA auch intensiv erkunden und hierbei somit vermehrt in den Rotorbereich der WEA kommen. Sie gehen davon aus, dass Fledermäuse WEA als „künstlichen Baum“ wahrnehmen und dort wohl nach Quartiermöglichkeiten suchen. Diese Theorie wird gestützt durch die Tatsache, dass immer wieder Fledermäuse in den Gondeln gefunden werden (vgl. z.B. AHLÉN et al. 2009). Eine dritte Möglichkeit ist, dass die Tiere an den WEA gezielt jagen (eigene unveröff. Daten aus vielen Monitoringprojekten, aber auch AHLÉN et al. 2009, REIMER et al. 2018). Ein Grund für die intensive Jagdaktivität (vgl. auch RICHARDSON et al. 2021) ist vermutlich die erhöhte Nahrungsverfügbarkeit im Umfeld der WEA (vgl. RYDELL et al. 2010b, 2016, VOIGT 2020), ausgelöst durch die Bracheentwicklung auf übererdeten Fundamentbereichen und auch auf den Stellflächen (im Gegensatz zu den umgebenden intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen) in Kombination mit der Wärmeabstrahlung der WEA; dies vor allem in kalten Nächten (eigene Beobachtungen). Hierfür sprechen auch Untersuchungen von CORTEN & VELDKAMP (2001), welche errechneten, dass an den Rotoren verunfallte Insekten den Energie-Ertrag

bis zu 50% reduzieren können. Nach einer Modellrechnung von TRIEB et al. (2018) verunfallen jährlich in Deutschland etwa 1.200t Insekten an WEA. Hinzu kommt, dass Insektenpopulationen ihr Maximum im August/September haben, was zusammenfällt mit dem Maximum an Schlagopfern bei Fledermäusen. Zusammenfassend muss gesagt werden, dass keine der drei Theorien einzig das Auftreten von Schlagopfern erklärt, vermutlich spielen alle drei Faktoren (Zug, Erkundung, Jagd) zusammen eine Rolle - standortspezifisch in jeweils unterschiedlicher Gewichtung.

Die Schlagraten können sich erheblich zwischen Standorten, Naturräumen und WEA-Typen unterscheiden. In Deutschland variieren die Schätzungen der Schlagrate von 2-20 Tieren/WEA/Jahr (RYDELL et al. 2010a). Nach Daten der o.g. bundesweiten RENEBAT-Projekte wird von einer mittleren Schlagrate von 10-12 Tieren/WEA/Jahr ausgegangen (BRINKMANN et al. 2011). Geht man davon aus, dass nur etwa $\frac{1}{4}$ der derzeit in Deutschland in Betrieb befindlichen WEA (rund 30.000) mit Abschaltzeiten betrieben werden, ist mit einer Gesamtschlagopferzahl von etwa 225.000 Tieren jährlich zu rechnen (FRITZE et al. 2019). Dabei nicht berücksichtigt sind die Verluste an Jungtieren, wenn Weibchen in der Wochenstubenzeit getötet werden! Da bisher keine realistischen Zahlen zur Einschätzung der Fledermauspopulationen in Deutschland existieren, ist der Einfluss der hohen Schlagopferzahlen auf die jeweiligen Populationen nicht bekannt. Erste vage Hochrechnungen deuten aber an, dass mittelfristig mit Bestandseinbußen zu rechnen ist (ZAHN et al. 2014, FRICK et al. 2017). So sehen O'SHEA et al. (2016) die Windenergienutzung, neben dem White-Nose-Syndrom (Weißnasen-Syndrom) in Nordamerika, global als eine der wichtigsten anthropogen hervorgerufenen Todesursachen bei Fledermäusen an. In Europa deutet sich an, dass zumindest die Abendseglerbestände nicht nur in Teilen Deutschlands rückläufig sind (z.B. BERND 2021), sondern auch in Österreich (REITER 2021) und Frankreich (KERBIRIOU 2021).

3. UNTERSUCHUNGSGBIET UND METHODE

3.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (UG) erstreckt sich südlich der Ortschaft Dornum und wird durch das Hochbrücker Tief durchzogen (Abb. 1). Das UG wird mit Äckern und Grünland relativ stark landwirtschaftlich genutzt, es gibt aber einige Gehölze insbesondere im Süden am Hochbrücker Tief im Bereich des Dornumer Weges sowie im Zentrum des UG im Bereich Arler Weg – Hochbrücker Tief.

Gemäß Abbildung 1 werden 9 alte WEA (E40 mit NH von 50m) zurückgebaut und durch vier neue WEA (E-138EP3-E3 mit NH 111m) ersetzt. Die neu geplanten WEA sind orange markiert, die zu ersetzenden WEA mit „Rückbau“ bezeichnet. Die hier zugrunde liegenden Monitoring-Daten der WEA stammen aus den WEA 01 bis 04 (in der Abb. 1 mit roten Kreisen markiert).

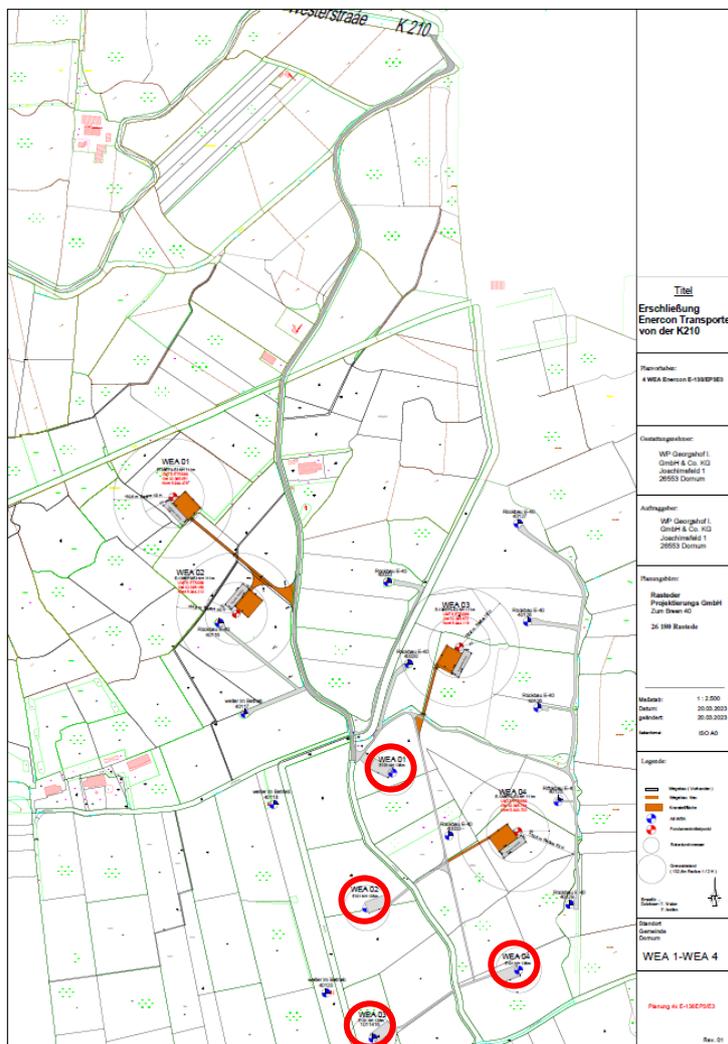


Abb. 1: Übersicht über das Plangebiet und das geplante Vorhaben (orange gefärbt = neue WEA, rote Kreise = 2017-2019 gemonitorte WEA).

3.2 Methode

Das methodische Vorgehen erfolgt in der Sichtung der vorhandenen Gutachten. Hierzu wurden folgende Gutachten ausgewertet:

Bach, P. & L. Bach (2014): Fachbeitrag Fledermäuse zum geplanten Windparkstandort Georgshof. – unveröff. Gutachten i.A. Windpark Georgshof GmbH & Co. KG: 41 Seiten.

Bach, P. & L. Bach (2015): Fachbeitrag Fledermäuse zum geplanten Windparkstandort Südermeedland. – unveröff. Gutachten i.A. Rasteder Projektierungs GmbH: 49 Seiten.

Bach, L. & P. Bach (2020): Fledermausmonitoring im Windpark Georgshof - Gondelmonitoring, - Bericht 2019 – unveröff. Gutachten i.A. Windpark Georgshof II GmbH & Co. KG: 51 Seiten.

Bei den Gutachten handelt es sich um eine Erfassung im Vorfeld des damaligen Repowerings Georgshof (BACH & BACH 2014) und um drei Erfassungsjahre eines Gondelmonitorings an vier WEA (BACH & BACH 2020). Die Erfassung 2015 erfolgte im Rahmen einer Windparkplanung im angrenzenden Südmeedland (Für dieses Gutachten wurde nur die Dauererfassung am Hochbrücker Tief berücksichtigt!). Während der Erfassung im Jahr 2014 wurde eine bodennahe Erfassung der Fledermäuse im Umfeld von ca. 1000m um die geplanten WEA-Standorte durchgeführt. Zudem wurde am Hochbrücker Tief eine Sonderuntersuchung zu Erfassung der Teichfledermaus und eine Dauererfassung (1. April-10.11.2014) an drei der bestehenden WEA E40 auf Nabenhöhe durchgeführt. Während des dreijährigen Monitorings wurden die WEA sowohl durch ein Gondelmonitoring (ca. 135m Höhe) als auch mit einem zweiten Mikrofon etwa 10-15m unterhalb der unteren Rotorspitze (in ca. 65-70m Höhe) beprobt. Zudem wurde 2018 und 2019 eine Schlagopfersuche durchgeführt. Das Gutachten aus dem Jahr 2014 mittlerweile neun Jahre alt ist, liegt der Schwerpunkt der Berücksichtigung auf den Daten aus den Monitoringjahren 2017-2019. Die Daten aus dem Jahr 2014 werden lediglich zur Unterstützung der Aussagen aus 2020 genutzt.

4. ERGEBNISSE

4.1 Übersicht

Insgesamt konnten bei den vorangegangenen Untersuchungen im UG sieben Fledermausarten und die Gattung *Plecotus* (Langohr) sicher nachgewiesen werden (vgl. Tab. 1). Die Wasserfledermaus wurde nur im Jahr 2014 über dem Hochbrücker Tief jagend festgestellt.

Tab. 1: Im UG nachgewiesene Arten bzw. Artengruppe und ihr Gefährdungsstatus nach den Roten Listen Niedersachsens (NLWKN in Vorb.) und Deutschlands (MEINIG et al. 2020)

Art	Rote Liste Nds.	Rote Liste Deutschland	2014	2017	2018	2019
Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	3	V	X	X	X	X
Kleinabendsegler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	G	D				X
Zweifarbflöckermaus (<i>Vespertilio murinus</i>)	D	D				X
Breitflügelmaus (<i>Eptesicus serotinus</i>)	2	3	X	X	X	X
Rauhautmaus (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	R	-	X	X	X	X
Zwergmaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	-	-		X	X	X
Wassermaus (<i>Myotis daubentonii</i>)	V	-	X			
Langohr (<i>Plecotus spec.</i>) ¹⁾	V/R	3/1		X	X	X

Legende: 1 = vom Aussterben bedroht 2 = stark gefährdet 3 = gefährdet V = Arten der Vorwarnliste G = Gefährdung anzunehmen, Status aber unbekannt R = Art mit eingeschränktem Verbreitungsgebiet D = Daten defizitär

1) Die beiden Geschwisterarten *Plecotus auritus* / *austriacus* können aufgrund ähnlicher Rufcharakteristika im Freiland bisher nicht getrennt werden. Aufgrund der bekannten Verbreitung ist aber von dem Braunen Langohr auszugehen!

Alle Fledermausarten zählen in Deutschland nach §1 BArtSchV zu den besonders geschützten Arten und aufgrund ihrer Zugehörigkeit zum Anhang IV der FFH-RL zu den streng geschützten Arten nach § 7 (2) Nr. 14

BNatSchG. Von den im UG gefundenen sieben Arten werden etwa drei mindestens in der Roten Liste in der Kategorie „gefährdet“ aufgeführt (vgl. Tab. 1). Allerdings lassen die unzureichenden und lückenhaften Grundlagenkenntnisse über Vorkommen und Häufigkeit von Fledermausarten in den einzelnen Regionen die Rote Liste eher als groben Hinweis über den Kenntnisstand der jeweiligen Fledermausfauna erscheinen, denn als deren reale Gefährdungseinschätzung (vgl. LIMPENS & ROSCHEN 1996). So haben neue Erkenntnisse über Bestandsveränderungen und Verbreitung auf Bundesebene und in Niedersachsen zu Rückstufungen einiger Arten geführt (MEINIG et al. 2020, NLWKN in Vorb.). Allerdings ist die neue bundesweite Einstufung nicht in jeder Hinsicht fachlich nachvollziehbar. So ist die Einstufung des Abendseglers und der Rauhautfledermaus als Vorwarnstufe bzw. nicht gefährdet fachlich nicht haltbar. Daher ist die aktuelle Rote Liste aus Sicht des Gutachters mit Vorsicht zu behandeln.

4.2 Darstellung der Ergebnisse aus den drei Gutachten

Die Ergebnisse der bodennahen Erfassung (Begehungen und Horchkisten) aus dem Jahr 2014 zeigten, dass das UG nur in kleinen Teilen eine mittlere Aktivität von vornehmlich drei schlaggefährdeten Arten (Abendsegler, Breitflügel-, Rauhautfledermaus). Die Wasserfledermaus wurde nur bei der Sonderuntersuchung zur Teichfledermaus am Hochbrücker Tief nachgewiesen. Im Spätsommer/Herbst traten Balzquartiere der Rauhautfledermaus u.a. am Hof Georgshof auf. Die Horchkistendaten zeigten insgesamt eine geringe Aktivität, lediglich an HK 1 wurden einmal eine hohe Aktivität und an HK 2 zweimal eine mittlere Aktivität gemessen (Verteilung der HK siehe Karten im Anhang I). Die Höhenerfassung mittels eines AnaBat-Systems an drei ausgewählten WEA (Erfassungshöhe etwa 50m) zeigte ebenfalls eine insgesamt sehr niedrige Aktivität von 53 Kontakten an WEA 3 und jeweils 1 Kontakt an WEA 1 und 2). Die zweiwöchige Dauererfassung im Juni und Juli 2014 am Hochbrücker Tief zeigte aber, dass am Gewässer in Kombination mit einem nahe gelegenen Gehölz mit einer höheren Aktivität zu rechnen ist, nach der damaligen Datenlage zumindest im Juni, weniger im Juli. Im Rahmen einer Untersuchung aus dem Jahr 2015 zum geplanten WP Südmeedeland erfolgte an einem kleinen Gehölz am Hochbrücker Tief nahe der Brücke am Arler Weg eine Dauererfassung (Bodennähe, AnaBat-System). Diese Daten zeigten, dass im Frühjahr und Sommer i.d.R. mittlere Aktivitäten auftraten (von immer wieder vereinzelt auftretenden Nächten mit hoher Aktivität), ab Mitte August aber, mit einsetzen der Rauhautfledermauszuges, sehr hohe bis extrem hohe Aktivitäten auftraten (teilweise mit mehr als 2.500 Kontakten je Nacht, siehe Anhang II).

Ein besseres Bild ergeben die Daten der vier WEA, an denen 2017 bis 2019 eine Höhenerfassung durchgeführt wurde (Tab. 2a, b). Die Ergebnisse, sowohl auf Gondelhöhe, als auch auf Höhe der unteren Rotor spitze zeigten eindeutig eine insgesamt geringe Aktivität von insgesamt sechs schlaggefährdeten Arten gebildet wurde (siehe Tab 1 + 2a, b). Dabei zeigte sich, dass die Aktivität sowohl zwischen den WEA als auch zwischen den Untersuchungsjahren z.T. stark schwankte. Dies galt nicht nur für die Höhe der Aktivität, sondern auch für die saisonale Verteilung der Aktivität, was dazu führte, dass ein drittes Untersuchungsjahr (2019) erfolgte (Tab. 2a, b). So wurde der Kleinabendsegler mit wenigen Aktivitäten nur im Jahr 2019 an zwei WEA festgestellt. Die Zweifarbfledermaus hingegen wurde zwar ebenfalls nur 2019 gefunden, allerdings an allen drei untersuchten WEA und zum Teil mit sehr hohen Aktivitäten auf Höhe der unteren Rotor spitze. Eine Berechnung von potentiellen Schlagopfern der drei auch 2019 untersuchten WEA ergab einen Wert von 0,3-0,5 Tiere/WEA/Jahr, was auch in etwa mit dem durch die Schlagopfersuche berechneten Ergebnis übereinstimmt.

Tab. 2a: Verteilung der Aktivitäten erfasst mit Avisoft (Anzahl besetzter Minuten) auf die einzelnen WEA-Standorte im WP Gorgshof 2017, 2018 und 2019 (WEA 1-4 Nabhöhe) (aus BACH & BACH 2020)) (n.u. = nicht untersucht)

	2017				2018				2019				Gesamt Nabhöhe		
	WEA 1 Nabhöhe	WEA 2 Nabhöhe	WEA 3 Nabhöhe	WEA 4 Nabhöhe	WEA 1 Nabhöhe	WEA 2 Nabhöhe	WEA 3 Nabhöhe	WEA 4 Nabhöhe	WEA 1 Nabhöhe	WEA 2 Nabhöhe	WEA 3 Nabhöhe	WEA 4 Nabhöhe	Σ 2017	Σ 2018	Σ 2019
Anzahl Kontakte	76	3	3	25	48	30	5	37	6	n.u.	161	7	107	120	174
Abendsegler	27	2	1	10	20	14	1	16	3		72		40	51	75
Breitflügel-fledermaus	2	1											3		
Nyctaloid								1			12	2		1	14
Rauhaut-fledermaus	8		2	9	1	2	4	6	1		7	1	19	13	9
Zwerg-fledermaus															
Langohr															
Gesamt Besetzte Minuten-Intervalle	37	3	3	19	21	16	5	23	4	n.u.	91	3	62	65	98

Tab. 2b: Verteilung der Aktivitäten erfasst mit Avisoft (Anzahl besetzter Minuten) auf die einzelnen WEA-Standorte im WP Gorgshof 2017, 2018 und 2019 (WEA 1-4 Mitte) (aus BACH & BACH 2020) (n.u. = nicht untersucht)

	2017				2018				2019				Gesamt Mitte		
	WEA 1 Mitte	WEA 2 Mitte	WEA 3 Mitte	WEA 4 Mitte	WEA 1 Mitte	WEA 2 Mitte	WEA 3 Mitte	WEA 4 Mitte	WEA 1 Mitte	WEA 2 Mitte	WEA 3 Mitte	WEA 4 Mitte	Σ 2017	Σ 2018	Σ 2019
Anzahl Kontakte	296	75	357	103	456	65	115	253	2334	n.u.	392	15612	831	889	18338
Abendsegler	72	21	147	41	158	52	69	75	419		141	465	281	354	1025
Kleinabend-segler											2	21			23
Zweifarb-fledermaus									87		2	368			457
Breitflügel-fledermaus	14		14	4	2				7		61	10	32	2	78
Nyctaloid			3		3		1	2	88		50	676	3	6	814
Rauhaut-fledermaus	58	12	38	13	77	4	16	18	64		21	118	121	115	203
Zwerg-fledermaus			2		1				1				2	1	1
Langohr	1						2						1	2	
Gesamt Besetzte Minuten-Intervalle	145	33	204	58	241	56	89	96	666	n.u.	277	1931	440	482	2874

5. BEWERTUNG DER BEFUNDE

5.1 Bewertung des Artenspektrums

Die durch die Untersuchungen ermittelten Arten repräsentieren das typische Artenspektrum der Offenlandgebiete (Kleinabendsegler, Abendsegler, Zweifarb-, Breitflügel- und Rauhaufledermaus und mit Abstrichen Zwergfledermaus). Auffallend ist, dass im UG nur drei Arten regelmäßig nachgewiesen werden konnten (Abendsegler, Breitflügel- und Rauhaufledermaus), obwohl im weiteren Umfeld Nachweise der anderen gefundenen als auch von einer Reihe weiterer Arten existieren. Die relative Artenarmut ist vermutlich ein Zeichen für die Strukturarmut im UG. So wurde sowohl die Mückenfledermaus als auch die Teichfledermaus vermisst, welche im nahen Umfeld auf den breiteren Tiefs regelmäßig anzutreffen ist. Für den Wert des Gebietes spricht aber, dass es eine entsprechende Rolle für durchziehende und balzende Rauhaufledermäuse spielt. Auch von einem Zuggeschehen des Abendseglers und vor allem der Zweifarbfledermaus im Gebiet wird ausgegangen. Hervorzuheben ist noch das Vorkommen der Zweifarbfledermaus Diese Art ist im Umfeld von Dornum mehrfach im Herbst nachgewiesen worden, so beim Netzfang am Arler Wald 2007 (RAHMEL mündl.) und 2020 (WOLF mündl.), bei Windparkuntersuchungen (z.B. BACH & BACH 2021, BACH 2022) und als Totfund in Neßmergrode 2022 (POPPE mündl.).

5.2 Bewertung nach dem Gefährdungspotential

Für das Bundesland Niedersachsen liegen für die häufigeren Arten verwertbare Daten bzgl. deren Verbreitung vor. Abgesicherte Daten zu Bestandsveränderungen existieren nicht.

Immerhin konnten zwei in Niedersachsen stark gefährdete Arten festgestellt werden (die Kategorie „R“ zählt nach BOYE et al. 2009 zu den stark gefährdeten bzw. vom Aussterben bedrohten Arten). Hier ist vor allem die Breitflügelmaus hervorzuheben, die im Laufe der letzten Jahre vermehrt Probleme mit Dachsanierungen (Sommer- und Winterquartiere) bekam, als auch mit einer Reduzierung der Nahrungsmöglichkeiten. Diese Art jagt bevorzugt in ländlicher Umgebung und hier z.T. über Weiden, wo sie von der Insektenproduktion der sich zersetzenden Kuhfladen etc. profitiert. Die zunehmende Stallhaltung und Schädlingsbekämpfung reduziert das Nahrungsangebot dieser Fledermausart. Ebenfalls hervorzuheben ist hier die Rauhaufledermaus, die gerade im Spätsommer/Herbst eine der vorherrschenden jagenden Fledermausarten im Offenland des UG war. Hinzu kommt die besondere Situation des vermuteten Vorkommens von Wochenstuben der Breitflügel-, und Rauhaufledermaus in der Nähe des UG.

5.3 Bewertung der Aktivitäts- und Raumnutzungsbefunde

Da es sich nicht um eine Bewertung der herkömmlichen Untersuchungen mit Begehungen, Horchkisten und Dauererfassungen handelt, welche mittels Aktivitätsindices bewertet werden können, soll an dieser Stelle eine verbal-argumentative Bewertung der unterschiedlichen dargestellten Ergebnisse erfolgen.

Die vier hier zu bewertenden im Rahmen des Repowerings neu geplanten WEA liegen im Umfeld einer mehrfach untersuchten Fläche, welche erstmals 2005 und 2008 vom Büro MEYER & RAHMEL. Alle Untersuchungen belegen, dass das Gebiet, wohl infolge der Offenheit und intensiven landwirtschaftlichen Nutzung, eine insgesamt geringe Aktivität von bis zu sechs schlaggefährdeten Fledermausarten aufzeigt. Die

Datenlage zeigt aber auch, dass Strukturen wie Gehölze und das Hochbrücker Tief zu einer Erhöhung der Fledermausaktivität führt. Dies gilt besonders für eine Kombination als Gehölzen und Gewässer. Dies gilt insbesondere für die schlaggefährdete Rauhaufledermaus. Zudem konnte am Hof Georgshof (Hofanlage und Gehölzbestand) ein Balzquartier der Rauhaufledermaus nachgewiesen werden, was bedeutet, dass hier auch mit einer erhöhten Aktivität dieser Art im Spätsommer/Herbst zu rechnen ist. Die Ergebnisse des Monitorings zeigen, dass sich die geringe Aktivität i.d.R. auch an den untersuchten WEA wiederfindet. Es hat sich aber ebenfalls gezeigt, dass diese Aktivitäten zwischen den Jahren variieren und z.T. deutlich ansteigen können (z.B. Zweifarbfledermaus).

6. KONFLIKTANALYSE

Auch hier soll eine Darstellung und Bewertung der auftretenden Konflikte verbal-argumentativ erfolgen.

Wie in Kap. 3 und 4 dargestellt, liegen die neuen geplanten WEA in einem Bereich mit insgesamt geringer Bedeutung für Fledermäuse. Betrachtet man allerdings die genauen, geplanten Standorte, so zeigt sich, dass bspw. WEA 3 im Umfeld des Hochbrücker Tiefs liegt, welches 2014 als eine mittlere Bedeutung für Fledermäuse beurteilt wurde. Die übrigen WEA liegen in Bereichen mit eher geringer Fledermausaktivität. Die relative Nähe der geplanten WEA 1 und 2 zur Hofanlage Georgshof (ca. 250m, also etwa im Wirkkreis einer WEA) mit dem Balzquartier der Rauhaufledermaus bedeutet, dass hier möglicherweise ebenfalls mit einer erhöhten Aktivität an den WEA zu rechnen ist. Auch zeigen die Daten des Monitorings der WEA 1 und 4 (nahe der neu geplanten WEA 3 und 4), dass es zumindest in vereinzelten Jahren zu hohen Aktivitäten im mittleren Bereich, also in etwa auf Höhe der unteren Rotorspitze, kommen kann. Damit wären zumindest für die WEA 1, 2 und 3 vorsorgliche Abschaltzeiten vorzusehen. Dies gilt ganzjährig (April-Oktober) für WEA 3 und zumindest ab Mitte August bis Oktober für WEA 1 und 2.

Betrachtet man zudem die zunehmend warmen Sommerhalbjahre, so ist damit zu rechnen, dass die Fledermausaktivität insgesamt zunehmen sollte, sofern die landwirtschaftliche Nutzung der Habitate es zulassen. Aus diesen o.g. Gründen steht einem Betrieb einer WEA zwar nichts grundsätzlich entgegen, infolge der fehlenden aktuellen üblichen Voruntersuchung nach NMU (2016) sollte aber ein 2-jähriges Betriebs-Monitoring von Anfang April bis Mitte November zwingend erfolgen, um mögliche Zeiträume mit höheren Aktivitäten zu erfassen und wenn nötig mit Abschaltungen (v.a. an WEA 3, 1 und 2) zu belegen. Das Monitoring sollte bei den hier geplanten Rotorlängen >50m ein zweites Mikrofon am Mast knapp oberhalb der unteren Rotorspitze beinhalten (siehe dazu BACH et al. 2020b). Das Monitoring sollte zudem nicht nur die WEA 3 (zu erwartende Beeinträchtigung durch die Nähe zum Hochbrücker Tief), 1 und 2 (zu erwartende Beeinträchtigung durch die Nähe zum Balzquartier im Georgshof), sondern auch die WEA 4 beinhalten, da hier die Datenlage zu unsicher ist. Dabei sollten die WEA bei Wind bis <8m/s und >10°C abgeschaltet betrieben werden.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Im bestehenden WP Georgshof sollen neun alte WEA durch vier neue WEA im Rahmen des Repowerings ersetzt werden. Da aus diesem Gebiet schon diverse Erfassungen vorliegen, soll an dieser Stelle eine Bewertung der neu geplanten WEA aufgrund der Altdaten erfolgen. Grundlage sind hier vor allem die Monitoring-Ergebnisse von vier WEA, welche zwischen 2017 und 2019 untersucht wurden. Zudem werden Daten aus 2014 und 2015 herangezogen, ganz alte Daten aus den Jahren 2005 und 2008 werden nicht berücksichtigt.

Die neuen, geplanten WEA liegen in einem Bereich mit insgesamt geringer Bedeutung für Fledermäuse. Allerdings führt die Nähe zum Hochbrücker Tief an WEA 1 und die Nähe zum Georgshof bei WEA 1 und 2 zu möglichen höheren Fledermausaktivitäten, was zu vorsorglichen Abschaltungen führt.

Infolge der fehlenden aktuellen üblichen Voruntersuchung nach NMU (2016) wird ein 2-jähriges Betriebs-Monitoring von Anfang April bis Mitte November an allen WEA vorgeschlagen.

8. LITERATUR

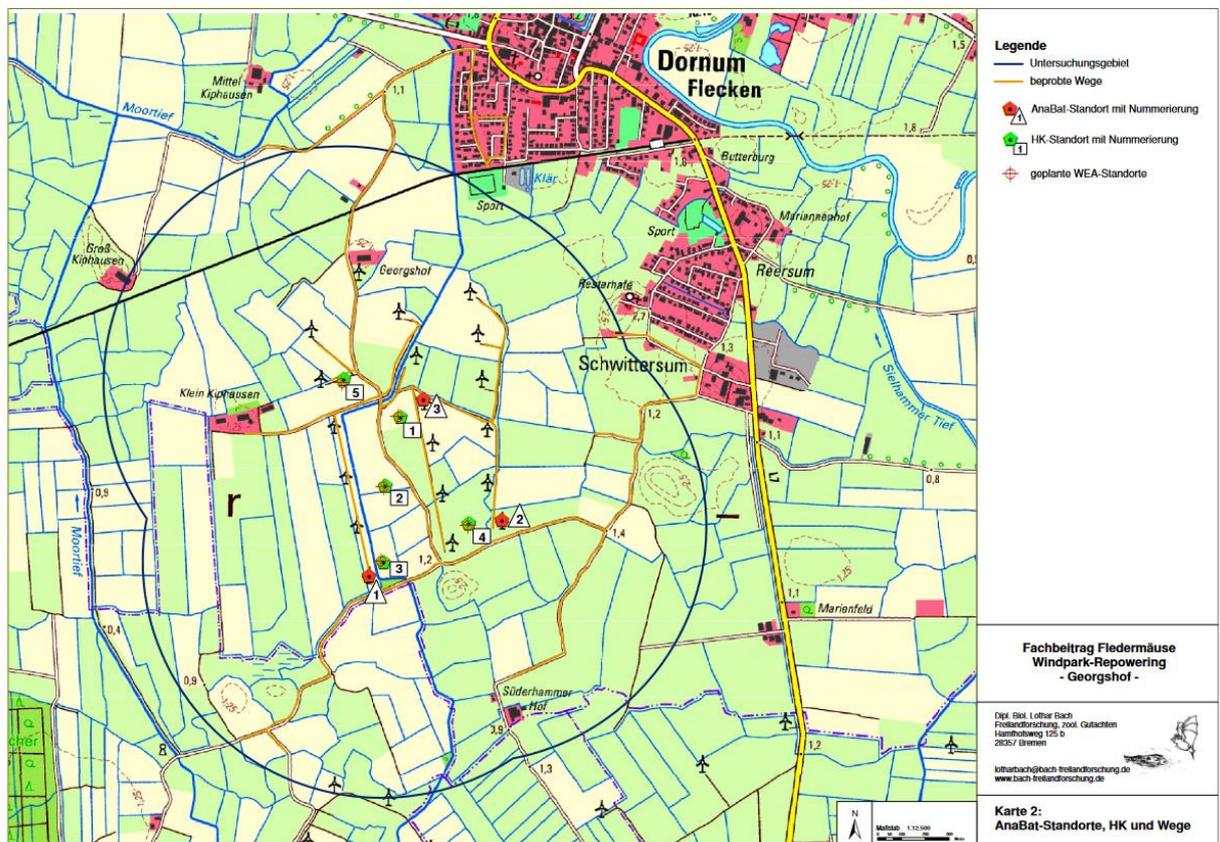
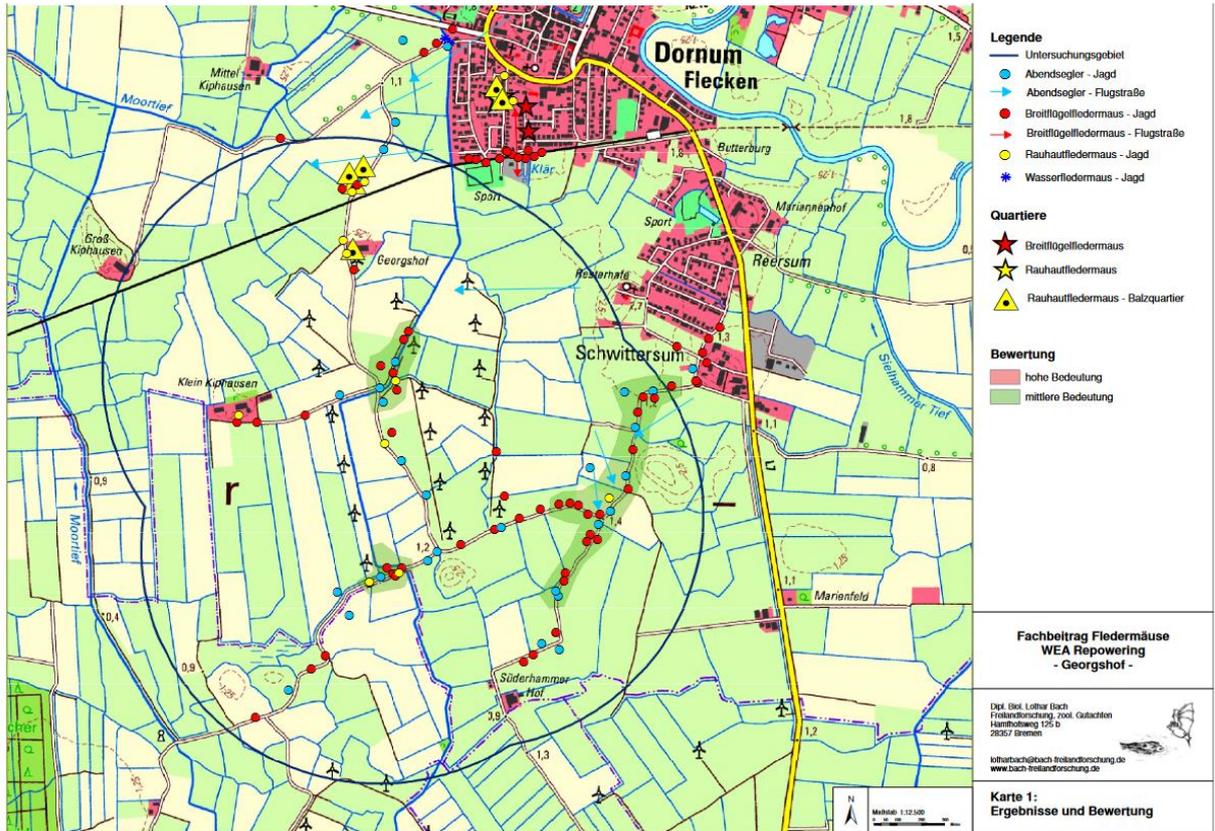
- Ahlén, I. (2002):** Fladdermös och fåglar dödade av vindkraftverk. – Faun och Flora 97(3): 14-22.
- Ahlén, I., H.J. Baagøe & L. Bach (2009):** Behaviour of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. – Journal of Mammology 90 (6): 1318-1323.
- Alcalde, J.T. (2003):** Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. - Barbastella 2: 3-6.
- Arnett, E., W.K. Brown, W.P. Erickson, J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, T.H. Henry, A. Jain, G.D. Johnson, J. Kerns, R.R. Koford, C.P. Nicholson, T.J. O'Connell, M.D. Piorkowski & R.D. Tankersley (2008):** Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. – J. Wildl. Manag. 72(1): 61-78.
- Arnett, E.B., M.M. Huso, M.R. Schirmacher & J.P. Hayes (2011):** Altering turbine speed reduces bat mortality at wind – energy facilities. – Front. Ecol. Envir. 9:209–214
- Arnett, E.B., Hein, C.D., Schirmacher, M.R., Huso, M.M.P. & Szewczak, J.M. (2013):** Evaluating the effectiveness of an ultrasonic acoustic deterrent for reducing bat fatalities at wind turbines. PLoS ONE 8(6): e65794. doi: 10.1371/journal.pone.0065794.
- Arnett, E.B. & R.F. May (2016):** Mitigation wind energy impacts on wildlife: approaches for multiple taxa. – Human-Wildlife Interactions 10: 28-41.
- Bach, P. & L. Bach (2014):** Fachbeitrag Fledermäuse zum geplanten Windparkstandort Georgshof. – unveröff. Gutachten i.A. Windpark Georgshof GmbH & Co. KG: 41 Seiten.
- Bach, P. & L. Bach (2015):** Fachbeitrag Fledermäuse zum geplanten Windparkstandort Südermeedland. – unveröff. Gutachten i.A. Rasteder Projektierungs GmbH: 49 Seiten.
- Bach, L. & P. Bach (2020):** Fledermausmonitoring im Windpark Georgshof - Gondelmonitoring, - Bericht 2019 – unveröff. Gutachten i.A. Windpark Georgshof II GmbH & Co. KG: 51 Seiten.
- Bach, L. (2022):** Fachbeitrag Fledermäuse zum geplanten Repowering (von E-32/33) im Windpark Dornumergröde. – unveröff. Gutachten i.A. Windpark Dornumergröde GmbH & Co KG: 44 Seiten.
- Bach, L. (2001):** Fledermäuse und Windenergienutzung – reale Probleme oder Einbildung? – Vogelk. Ber. Niedersachs. 33: 119-124.
- Bach, L. & U. Rahmel (2004):** Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktabschätzung – Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7: 245-252.
- Bach, L., A. Seebens-Hoyer, P. Bach, R. Hill, Mi. Götttsche, S. Vardeh, H. Pommeranz, Ma. Götttsche, H. Matthes & C. Voigt (2021):** Fledermauswanderung über der Nord- und Ostsee. - In: **Seebens-Hoyer et al. (2021):** Fledermausmigration über der Nord- und Ostsee. - Abschlussbericht zum F&E-Vorhaben "Auswirkungen von Offshore-Windparks auf den Fledermauszug über dem Meer" (FKZ 3515 82 1900, Batmove): 20-42.
- Bach, L., P. Bach & R. Kesel (2020a):** Akustisches Monitoring von Rauhaufledermaus an Windenergieanlagen: Ist ein zweites Ultraschallmikrofon am Turm notwendig? - In: (Hrsg. Voigt, C.C.): Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben: 101-120.
- Bach, L., P. Bach & R. Kesel (2020b):** Akustisches Monitoring von Rauhaufledermaus an Windenergieanlagen: Ist ein zweites Ultraschallmikrofon am Turm notwendig? - In: (Hrsg. Voigt, C.C.): Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben: 101-120.
- Bach, L., P. Bach, A. Donning, Ma. Götttsche, Mi. Götttsche, R. Kesel & H. Reimers (2022):** Fledermauswanderung entlang der Wattenmeerinseln der südlichen deutschen Bucht. – Nyctalus 20(1): 11-25.
- Bach, L., P. Bach, A. Helge, K. Maatz, V. Schwarz, M. Teuscher & J. Zöller (2009):** Fledermauszug auf Wangerooge – erste Ergebnisse aus dem Jahr 2008. – Natur- und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat) Band 8, Heft 1: 10-12.
- Bach, P. & L. Bach (2021):** Fledermausmonitoring im Windpark Nenndorf Gondelmonitoring und Schlagopfersuche - Zwischenbericht 2020 -. unveröff. Gutachten i.A. Rasteder Projektierungs GmbH: 29 Seiten.
- Baerwald, E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay (2008):** Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. – Current Biol. 18(16).
- Baerwald, E.F. and R. M. R. Barclay (2009):** Geographic Variation in Activity and Fatality of Migratory Bats at Wind Energy Facilities. - J. of Mammalogy 90 (6): 1341-1349
- Barclay, M.R., E.F. Baerwald & J. Rydell (2017):** Bats. – In: **Perrow, M.R. (Hrsg.):** Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions. Volume 1: Onshore: Potential Effects. Publisher: Pelagic Publishing, Exeter, UK: 191-221.

- Barre', K., I. Le Viol, Y. Bas, R. Julliard & C. Kerbiriou (2018):** Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: implications for European siting guidance. - *Biol Conserv* 226:205–214.
- Behr, O. D. Eder, U. Marckmann, H. Mette-Christ, N. Reisinger, V. Runkel & O. v. Helversen (2007):** Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern – Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwazwald. – *Nyctalus* 12(2-3): 115-127.
- Behr, O., R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt, M. Nagy, I. Niermann, M. Reich & R. Simon (2015):** Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). – Institut für Umweltplanung, Hannover, Umwelt und Raum Bd. 7: 386 S.
- Behr, O., R. Brinkmann, K. Hochradel, J. Mages, F. Korner-Nievergelt, H. Reinhard, R. Simon, F. Stiller, N. Weber & M. Nagy (2018):** Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E). Erlangen / Freiburg / Ettiswil.
- Bernardino, J., R. Bispo, H. Costa & M. Mascarenhas (2013):** Estimating bird and bat fatality at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. - *New Zealand J Zool* 40: 63-74.
- Bernd, D. (2021):** Rückgänge zweier Wanderfledermausarten im Dreiländerteck Hessen, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz. – *Nyctalus* 19, Heft 4-4: 343-355.
- Boye, P., R. Hutterer & H. Behnke (1998):** Roter Liste der Säugetiere (Mammalia). – In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch. Heft 55: 33-39.
- 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, Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Corten, G.P. & H.F. Veldkamp (2001):** Insects can halve wind-turbine power. – *Nature* 412: 42-43.
- Cryan, P. M., P.M. Gorresen, B.R. Straw, S. Thao & E. DeGeorge (2022):** Influencing activity of bats by dimly lighting wind turbine surfaces with ultraviolet light. - *Animals* 2022, 12, 9. doi.org/10.3390/ani1201000
- Cryan, P. M., P.M. Gorresen, C.D. Hein, M.R. Schirmacher, R.H. Diehl, M.M. Huso, D.T.S. Hayman, P.D. Fricker, F.J. Bonaccorso, D.H. Johnson, K. Heist & D.C. Dalton (2014):** Behavior of bats at wind turbines – PNAS, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1406672111
- Deutsche WindGuard (2022):** Status des Windenergieausbaus an Land – Jahr 2021 – https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2022/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land_Jahr%202021.pdf: 14 Seiten.
- Dürr, T. (2001):** Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 10: 182.
- Dürr, T. (2021):** Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel und Fledermäuse. <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutzwarte/arbeitschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/auswirkungen-von-windenergieanlagen-auf-voegel-und-fledermaeuse/> (Letzte Aktualisierung 7.5.2021)
- Dürr, T. & L. Bach (2004):** Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. – *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7*: 253-264.
- Frey, K., L. Bach, P. Bach & H. Brunken (2012):** Fledermauszug entlang der südlichen Nordseeküste. - *NaBiV* 128: 185-204.
- Frick, W.F., E.F. Baerwald, J.F. Pollock, R.M.R Barclay, J.A. Szymanski, T.J. Weller, A.L. Russel, S.C. Loeb, R.A. Medellin & L.M.P. McGuire (2017):** Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. - *Biol Conserv* 209: 172-177.
- Fritze M, L.S. Lehnert, O. Heim, O. Lindecke, M. Roeleke, C.C. Voigt (2019):** Fledermaus im Schatten der Windenergie: Deutschlands Experten vermissen Transparenz und bundesweite Standards in den Genehmigungsverfahren. - *Naturschutz und Landschaftsplanung* 51: 20–27.
- Gilmour, L.R.V., M.W. Holderied, S.P.C. Pickering & G. Jones (2021):** Accoustic deterrents influence foraging activity, flight and echolocation behaviour of free-flying bats. – *Journal Experimental Biology* 224, jeb242715. doi:10.1242/jeb.242715
- Guest, E.E., B.F. Stamps, N.D. Durish, A.M. Hale, C.D. hein, B.P. Morton, S.P. Weaver & Fritts, S.R. (2022):** An updated review of hypotheses regarding bat attraction to wind turbines. – *Animal* 12, 343, <https://doi.org/10.3390/ani12030343>
- Grunewald, T. & F. Schäfer (2007):** Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland – Teil 2: Ergebnisse. – *Nyctalus* 12(2-3): 182-198.

- Hall, L.S. & G.C. Richards (1972):** Notes on *Tadarida australis* (Chiroptera: Molossidae). - Australian Mammalogy 1: 47-47.
- Horn, J.W., E.B. Arnett M. Jensen & T.H. Kunz (2008):** Testing the effectiveness of an experimental acoustic bat deterrent at the Marple Ridge wind farm. – Bericht an BWEC & BCI (Bat and Wind Energy Cooperative & bat Conservation International): 30 Seiten.
- Johnson, G.D., W.P. Erickson, M.D. Strickland, M.F. Shepherd & D.A. Shepherd (2003):** Mortality of bats at a Large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. – Am. Midl. Nat.150: 332-342.
- Keeley, B.W. (2001):** Bat Interactions with Utility Structures. - In: **R.G. Carlton** (ed.): Proceedings: Avian Interactions with Utility and Communication Structures. December, 2.-3, 1999. Charleston, South Carolina.
- Kerbiriou, C. (2021):** Recent drastic decline in populations of Common Noctule in France. - Vortrag auf der Abendseglertagung des BVF, 27.11.2021.
- Kruszynski, C., L.D. Bailey, A. Courtioli, L. Bach, P. Bach, Ma. Götsche, Mi. Göttesche, R. Hill, O. Lindecke, H. Matthes, H. Pommeranz, A.G. Popa-Lisseanu, A. Seebens-Hoyer, M. Tichomirowa & C.C. Voigt (2020):** Identifying migratory pathways of Nathusius' pipistrelles (*Pipistrellus nathusii*) using stable hydrogen and strontium isotopes - Rapid Commun Mass Spectrom. 2021;35:e9031.
- Kulzer, E., H.V. Bastian & M. Fiedler (1987):** Fledermäuse in Baden-Württemberg - Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Ba.-Württ. 50: 1-152.
- 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.T. Tuttle (2007):** Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research, needs, and hypotheses. – Front. Ecol. Environ. 5(6): 315-324.
- Limpens, H.G.J.A. & A. Roschen (1996):** Bausteine einer systematischen Fledermauserfassung. Teil 1 – Grundlagen. – Nyctalus 6 (1): 52-60.
- Lindemann, C., V. Runkel, A. Kiefer, A. Lukas & M. Veith (2018):** Abschaltalgorithmen für Fledermäuse an Windenergieanlagen. - Naturschutz und Landschaftsplanung 50: 418-425.
- Martin C.M., E.B. Arnett, R.D. Stevens & M.C. Wallace (2017):** Reducing bat fatalities at wind facilities while improving the economic efficiency of operational mitigation. - Journal of Mammalogy, 98(2), 378-385.
- Meinig, H., P. Boye, M. Dähne, R. Hutterer & J. Lang (2020):** Rote Liste und Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands. - In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 170 (2): 73 S..
- Millon, L., C. Colin, F. Brescia & C. Kerbiriou (2018):** Wind turbines impact bat activity, leading to high losses of habitat use in a biodiversity hotspot. – Ecological Engineering 112: 51-54. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.12.024
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (NMU) (2016):** Leitfaden Umsetzung des Artenschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Niedersachsen. – Nds. Ministerialblatt Nr. 7 vom 24.2.2016: S. 212-225.
- Niermann, I., O. Behr & R. Brinkmann (2007):** Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopfern an Windenergiestandorten. – Nyctalus 12(2-3): 152-162.
- Niermann, I., R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt & o. Behr (2011):** Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. – In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (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.
- NLWKN (in Vorb.):** Rote Liste der Fledermäuse Niedersachsens.
- O'Shea TJ, P-M- Cryan, D.T.S. Hayman, R.K. Plowright & D.G. Streicker (2016):** Multiple mortality events in bats: a global review. - Mammal Review 46: 1-16.
- Osborne, R.G., K.F. Higgins, C.D. Dieter & R.E. Usgaard (1996):** Bat collisions with wind turbines in Southwestern Minnesota. - Bat Research News 37: 105-108.
- Rahmel, U., L. Bach, R. Brinkmann, C. Dense, H. Limpens, G. Mäscher, M. Reichenbach & A. Roschen (1999):** Windkraftplanung und Fledermäuse. Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik. – Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4: 155-161.
- Reimer, J.P., E.F. Baerwald & R.M.R Barclay (2018):** Echolocating activity of migratory bats at a wind energy facility: testing the feeding-attraction hypothesis to explain fatalities. – J. Mamm. 99(6): 1472-1477.
- Reiter, G. (2021):** Das Abendseglermonitoring der KFFÖ. - Vortrag auf der Abendseglertagung des BVF, 27.11.2021.
- Reusch, C., M. Lozar, S. Kramer-Schadt & C.C. Voigt (2022):** Coastal onshore wind turbines lead to habitat loss for bats in Northern Germany. – J. Environ. Management 310:114715. doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114715

- Richardson, S.M., P.R. Lintott, D.J. Hosken, T. Economou & F. Matthews (2021):** Peaks in bat activity at turbines and their implications for mitigating the impact of wind energy developments on bats. – Scientific Reports (2021)11:3636, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82014-9>
- Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, B. Karapandža, D. Kovač, T. Kervyn, J. Dekker, A. Kepel, P. Bach, J. Collins, C. Harbusch, K. Park, B. Micevski & J. Mindermann (2015):** Guidelines for consideration of bats in wind farm projects, Revision 2014. – EUROBATS Publication Series No. 6. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany: 133 Seiten.
- Roeleke, M., T. Blohm, S. Kramer-Schadt, Y. Yovel & C.C. Voigt (2016):** Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. – Scientific reports 6:28961 | DOI: 10.1038/srep28961
- Roer, H. (1977):** Zur Populationsentwicklung der Fledermäuse (Mammalia, Chiroptera) in der Bundesrepublik Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Situation im Rheinland - Z. f. Säugetierkunde 42: 265-278.
- Rollins, K.E., D. K. Meyerholz, G.D. Johnson, A.P. Capparella & S.S. Loew (2012):** A Forensic Investigation into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? - Veterinary Pathology 49 (2): 362-371.
- Rydell J, L Bach, M-J Dubourg-Savage, M Green, A Hedenström & L. Rodrigues (2010b):** Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? European Journal of Wildlife Research, 56(6): 823-827.
- Rydell J., L. Bach, P., Guia Diaz, J. Furmankiewicz, N. Hagner-Wahlsten, E.-M. Kyheröinen, T. Lilley, M. Masing, M.M. Meyer, G. Petersons, J. Šuba, V. Vasko, V. Vintulis & A. Hedenström (2014):** Phenology of migratory bat activity across the Baltic Sea and the south-eastern North Sea. – Acta Chiropterologica 16(1): 139-147.
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, MJ., Green, M., Rodrigues, L. & A. Hedenström (2010a):** Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. – Acta Chiropterologica 12(2): 261-274.
- Rydell, J., W. Bogdanowicz, A. Boonman, G. Pettersson, E. Suchecka & J.J. Pomorski (2016):** Bats may eat diurnal flies that rest on wind turbines. - Mammalian Biology, 81, 331–339.
- Schirmacher M., A. Prichard, T. Mabee & C. Hein (2017a):** Multi-year Operational Minimization Study in West Virginia: Potential Novel Strategy to Reducing Bat Fatalities at Wind Turbines. - Proceedings of the Wind Wildlife Research Meeting XI. May 2017. (pp. 103-106).
- Schirmacher M., A. Prichard, T. Mabee & C. Hein (2017b):** Multi-year operational minimization study in West Virginia: potential novel strategy to reducing bat fatalities at wind turbines. - In Book of Abstracts of the 4th Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts (CWW). Estoril, Portugal. September 6-8. 2017. (pp. 74-75)
- Seiche, K., P. Endl and M. Lein (2007):** Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen – Ergebnisse einer landesweiten Studie. - Nyctalus (N.F.) 12 (2/3): 170-181.
- Trapp, H., D. Fabian, F. Förster & O. Zinke (2002):** Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. – Naturschutzarbeit in Sachsen 44: 53-56.
- Trieb, F., T. Gerz & M. Geiger (2018):** Modellanalyse liefert Hinweise auf Verluste von Fluginsekten in Windparks. – Energiewirtschaftliche Tagesfragen 68, Heft 11: 51-55.
- Voigt, C.C. (2020):** Einleitung – Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben: Ansätze zur Lösung eines Grün-Grün-Dilemmas. - In: (Hrsg. Voigt, C.C.): Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben: V-XII.
- Voigt, C.C., A.G. Popa-Lissenau, I. Niermann & S. Kramer-Schadt (2012):** The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. – Biological Conservation 153: 80-86.
- Voigt, C.C., L.S. Lehnert, G. Petersons, F. Adorf & L. Bach (2015):** Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. - Eur J Wildl 61: 213-219.
- Zahn A., A. Lustig & M. Hammer (2014):** Potenzielle Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermauspopulationen. - ANLiegen Natur 36: 1–15.

Anhang I: Karte 1 (Ergebnisse und Bewertung) und Karte 2 (Methode) aus Bach & Bach (2014).



Anhang II: Ergebnisse der Dauererfassung am Hochbrücker Tief Bach & Bach (2015).

Aktivität am AnaBat-Standort am Hochbrücker Tief und an der WEA 2015

	Hochbrücker Tief (bodennah)	WEA (Nabenhöhe)
Abendsegler	6.003	5
BreitflügelFledermaus	4.975	
ZweifarbFledermaus	47	
Nyctaloid	2.147	
RauhautFledermaus	41.984	5
ZwergFledermaus	835	
MückenFledermaus	7	
Pipistrellus spec.	1.671	
Myotis spec.	6.679	
Langohr	2	
Gesamtergebnis	64.347	10
Anzahl untersuchter Nächte	201	195
Kontakte/Nacht	320,1	0,05

