



Fledermausschutz und Windenergie – David gegen Goliath?

1. Klimaschutz geht alle an – Fledermausschutz auch

Seit den ersten Untersuchungen um die Jahrtausendwende in den USA [1], Norddeutschland [2, 3] und auch aus einer sehr umfangreichen Studie in Sachsen [4] wissen wir, dass Windenergieanlagen (WEA) für bestimmte Fledermausarten eine erhebliche Gefahr darstellen. Fledermäuse kollidieren mit den Rotorblättern oder erleiden aufgrund starker Luftverwirbelungen hinter den Anlagen ein sogenanntes „Barotrauma“, das zu schweren inneren Verletzungen und oft zum Tod führt. Schätzungen auf Basis realer Fundzahlen gehen davon aus, dass im Durchschnitt jährlich 10 Tiere pro WEA verunglücken, wobei diese Zahl an besonders kritischen Standorten auch deutlich höher liegen kann [5].

Wie bei den von Kollisionen betroffenen Vogelarten zeigt sich hier das „Grün-Grüne-Dilemma“ der Energiewende. Ein naturverträglicher Ausbau der Windenergie ist unverzichtbar, um die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu verringern. Der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen einschließlich der Habitate der streng geschützten heimischen Fledermausarten bleibt nur dann realistisch, wenn wir die Folgen des Klimawandels durch schnellstmögliche Verringerung des CO₂-Ausstoßes in ihrem Ausmaß begrenzen. Artenschutz darf dabei nicht als nachrangig gelten.

Neben der ethischen Verpflichtung müssen wir die erheblichen Auswirkungen des Artenverlusts auf die Funktion und Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen bedenken. Fehlende Ökosystemdienstleistungen können das Klimaproblem durch Rückkopplungseffekte noch weiter verstärken [vgl. 6, 7]. In Nordamerika zeigen sich in einer Art „natürlichen Experiments“ in besorgniserregender Weise die Folgen: Das Weißnasensyndrom – eine durch einen versehentlich eingeschleppten Pilz ausgelöste Erkrankung – hat die Populationen von drei besonders betroffenen Arten in den letzten Jahren um über 90 % einbrechen lassen und starke Rückgänge bei zwei weiteren Arten ausgelöst [8]. Die Folgen sind immens: Forschende beziffern die Kosten des Ausfalls von Fledermäusen als natürliche Schädlingsbekämpfer auf über 3,7 Milliarden US Dollar / Jahr [9]. Eine aktuelle Studie macht zudem die damit einher gehenden gesundheitlichen Risiken deutlich. So ist der Pestizideinsatz in den besonders vom Weißnasensyndrom betroffenen Regionen seit Auftreten der Krankheit um ca. 30 % gestiegen, während im gleichen Zeitraum die Kindersterblichkeit um fast 8 % zunahm [10].

Logischerweise soll an dieser Stelle keinesfalls vermittelt werden, dass Windenergieanlagen das Leben von Kindern bedrohen. Doch die dringend notwendige Bekämpfung der Klimakrise darf nicht die Wirkungen der dazu eingesetzten Mittel ignorieren. Trotz vieler offener Fragen gibt es Lösungsansätze, nachhaltige Energie nicht mit Biodiversitätsverlusten zu erkaufen. Der Beitrag fasst diese Ansätze kurz zusammen



NABU Sachsen

Landesfachausschuss Fledermausschutz

www.fledermausschutz-sachsen.de
fledermausschutz@NABU-Sachsen.de

Ansprechpersonen

Marco Roßner

Tel.: +49 (0)160 90 50 2750
rossner@fledermausschutz-sachsen.de

Anja Fritzsche

Tel. +49 (0)1522 4064105
fritzsche@fledermausschutz-sachsen.de

Landesgeschäftsstelle

www.nabu-sachsen.de
landesverband@NABU-Sachsen.de
Tel.: +49 (0) 341 337415-0

2. Fledermaus ist nicht gleich Fledermaus

In Deutschland leben 25 Fledermausarten. Neun davon sind durch Kollisionen oder Barotrauma gefährdet. Diese Arten jagen vor allem im freien Luftraum in größerer Höhe oder entlang von Waldrändern, Hecken oder Gewässerufeln nach Insekten. Laut der Schlagopfer-Fundkartei des Landesamts für Umwelt Brandenburg sind der Große Abendsegler, die Rauhaufledermaus und die Zwergfledermaus die häufigsten Opfer von Windenergieanlagen [11]. Zusammen machen diese fast 80 % aller bislang gemeldeten Funde aus. Auch Kleinabendsegler, Zweifarbfledermaus, Mückenfledermaus, Breitflügelfledermaus und die Nordfledermaus sind regelmäßig betroffen. Alpen- und Weißrandfledermaus, erst kürzlich in Sachsen nachgewiesen, gelten ebenfalls als schlaggefährdet.

Auch Arten, die sich normalerweise nicht in Rotorhöhe bewegen, können indirekt betroffen sein. Besonders an Waldstandorten droht der Verlust von Quartieren für baumbewohnende Fledermausarten durch Rodungen für Anlagen und Zuwegungen. Besonders sensibel sind hier stark waldbundene Vertreter wie die Mopsfledermaus oder die Bechsteinfledermaus. Noch weitgehend unerforscht sind indirekte Wirkungen durch den WEA-Betrieb. Erste Studien hierzu deuten an, dass sensible Waldfledermausarten die Bereiche im Umfeld der WEA bis in Entfernungen von etwa 500 m meiden [12]. Auch ohne direktes Schlagrisiko ist der Kreis der betroffenen Arten also eventuell noch größer.

3. Zustand heimischer Populationen

Die versteckte und gleichzeitig hochmobile Lebensweise der Fledermäuse erschwert belastbare Aussagen zu Populationstrends. Für viele Arten ist die Datelage zu Verbreitung und Besiedlungsdichte sehr lückenhaft. Maßgebliche Parameter wie Reproduktionsrate und (natürliche) Sterblichkeit sind nur für wenige Vorkommen oder innerhalb räumlich sehr begrenzter Untersuchungsgebiete bekannt. Die längsten Zeitreihen mit methodisch vergleichbaren Erfassungen stammen aus Winterquartierzählungen, die in vielen Objekten seit mehreren Jahrzehnten durchgeführt werden. Mit dem digitalen Fledermausatlas „BATLAS“ [13] lassen sich daraus zumindest für einige Arten Trends berechnen. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Entwicklung für Nord- und Breitflügelfledermaus von 1992 bis 2020/2021.



Abbildung 1: Windpark Sonnenaufgang.

Foto: Marco Roßner

Der dort erkennbare Rückgang dieser beiden Arten ist nicht allein dem Ausbau der Windkraft zuzuschreiben. Auch der Verlust von Quartieren an Gebäuden und der Nahrungsmangel durch das Insektensterben tragen dazu bei. Es gibt daher aber auch keinen Spielraum für *zusätzliche* Verluste durch Windenergieanlagen. Problematisch ist, dass die hauptsächlich betroffenen Arten nicht in „klassischen“ Quartieren überwintern, sondern ähnlich wie Vögel saisonal wandern. Viele der an WEA in Deutschland verunglückten Tiere stammen daher zu nicht unerheblichen Teilen aus Nordosteuropa [14, 15]. Das erschwert die Abgrenzung der „betroffenen Population“ und die Einschätzung der realen Bestandsentwicklung. Angesichts dieser Unbekannten und der möglichen Folgen des Diversitätsverlustes sollte das Vorsorgeprinzip oberste Handlungsmaxime sein. Die bekannten, aber noch nicht vollständig quantifizierbaren Auswirkungen müssen im Betrieb minimiert werden [16]. Der dringende Handlungsbedarf bei der Energiewende, welcher durch jahrelange Vertagung und Verschleppung massiv verschärft wurde („Brückentechnologie Gas“), droht dieses Prinzip aber zu untergraben und die Artenvielfalt zu gefährden.

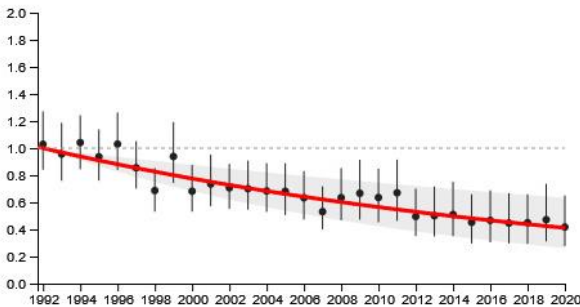
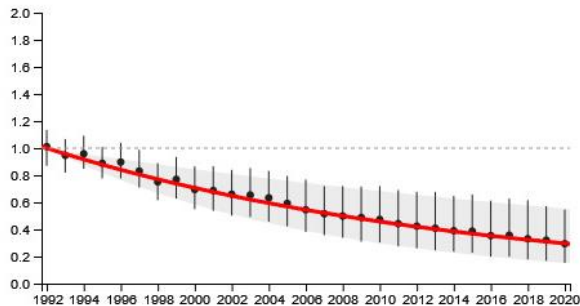


Abbildung 2: Berechnungen des Populationstrends der Nordfledermaus (oben) und Breitflügel-Fledermaus (unten) in BATLAS für den Zeitraum 1992 bis 2020 aus Ergebnissen der Winterquartierzählungen im Verbreitungsgebiet der jeweiligen Art. Die roten Linien zeigen einen signifikanten Rückgang der Population, schwarze Punkte stellen kurzfristige Bestandsschwankungen dar und der graue Bereich zeigt das Konfidenzintervall. (Stand 03.10.2024)

4. Gesetzesänderungen zur Beschleunigung des Ausbaus

Seit 2019 soll durch gesetzliche Neuregelungen auf europäischer Ebene der Ausbau erneuerbarer Energien („EU-Notfallverordnung“ (Dezember 2022)) beschleunigt werden. Mit der sog. RED-III-Richtlinie (**R**enewable **E**nergy **D**irective) von Anfang 2024 werden die zunächst zeitlich begrenzt geltenden Regelungen in dauerhaftes EU-Recht überführt, um die Ausbaudynamik nachhaltig zu fördern.

Deutschland setzt diese Vorgaben unter anderem mit dem „Windenergieflächenbedarfsgesetz“ (WindBG) um. Es legt Flächenbeitragswerte pro Bundesland fest, um ausreichend Ausbauflächen sicherzustellen. In Sachsen müssen bis 2027 mindestens 2 % der Landesfläche für Windenergie ausgewiesen werden (§ 4a Landesplanungsgesetz). Stand Oktober 2024 befinden sich diese Flächen in Bearbeitung und liegen für einzelne Planungsregionen als Suchräume im Entwurfsstadium vor.

Darüber hinaus reformierte die Bundesregierung 2022 mit dem sogenannten „Ostertpaket“ das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG). Neue Regelungen begrenzen Ertragsverluste durch Artenschutzmaßnahmen auf „zumutbare“ Niveaus. Diese Schwellenwerte gelten einheitlich für Fledermäuse und Vögel, was den Artenschutz vor große Herausforderungen stellt. Naturschutzbehörden müssen im Zweifelsfall den Schutz der betroffenen Arten priorisieren obwohl wissenschaftlich belastbare Grundlagen fehlen. Dies verschärft das „Grün-Grün-Dilemma“.

Kritisch zu bewerten ist auch, dass Planungsbeschleunigungen durch den Verzicht auf vorbereitende Untersuchungen in ausgewiesenen Windgebieten erreicht werden sollen. Zukünftig sollen vorhandene Daten zu Artvorkommen die Grundlage für Genehmigungsentscheidungen bilden. Aufgrund der genannten Kenntnislücken hat das unter Umständen mehrfach negative Auswirkungen: Nicht bekannte Vorkommen können in Genehmigungsverfahren weder für die Vermeidung/Minimierung berücksichtigt, noch als Grundlage zur Festsetzung eventueller Ausgleichszahlungen in nationale Artenhilfsprogramme herangezogen werden. Unkenntnis führt also eventuell zu fatalem Nicht-Handeln.

Besonders problematisch ist, dass gerichtsfeste Entscheidungen auf Daten basieren, die im Fledermausbereich oft auf ehrenamtlicher Arbeit beruhen. Trotz der wertvollen Arbeit der Freiwilligen bei Kastenkontrollen, Ausflugbeobachtungen und Winterquartierzählungen ist dies angesichts der Herausforderungen bei der Beschreibung von Populationstrends äußerst riskant. Der Fledermausschutz steht diesen Entwicklungen mit Verwunderung und Hilflosigkeit gegenüber.



Abbildung 3: Windenergieanlage im Wald – Zusätzlich zu den Risiken durch Kollisionen bergen Vorhaben an Waldstandorten weiteres Konfliktpotenzial.
Foto: Marco Roßner

5. Was ist jetzt entscheidend?

Wirksame Strategien zur Minimierung der negativen Auswirkungen existieren. Das vom Bundesamt für Naturschutz geförderte RENEBAAT-Projekt hat gezeigt, dass Fledermaus-Schlagopfer vor allem zu bestimmten Jahreszeiten und bei bestimmten Witterungsbedingungen auftreten [17, 18]. **Fledermausfreundliche Betriebszeiten** können Kollisionsopfer demnach erheblich reduzieren, indem Anlagen in Phasen hoher Fledermausaktivität abgeschaltet werden. Die im Projekt entwickelte Software "ProBat" berechnet Abschaltalgorithmen auf Basis akustischer Aktivitätserfassungen in der Anlagengondel, um Fledermausschutz und Energieertrag besser auszubalancieren.

Die flächendeckende Umsetzung dieser praxiserprobten Maßnahme hat höchste Priorität. Nach Schätzungen des Bundesverbandes für Fledermauskunde liefen 2022 in Deutschland noch etwa 75 % der Windenergieanlagen ohne solche Abschaltungen. Besonders Altanlagen, deren Betriebsgenehmigungen in den 2000er Jahren erteilt wurden, genießen Bestandsschutz, obwohl nachträgliche Abschaltungen gemäß neuerer Rechtsprechung angeordnet werden könnten (siehe Erlass BVerG 7 C 4.22, 19.12.2023). Trotz dieses Erlasses bleibt die rechtliche Hürde hoch, fledermausfreundliche Betriebsvorgaben nachträglich zu implementieren. Der Austausch durch moderne WEA-Anlagen – das sogenannte „Repowering“ – ist in diesem Zusammenhang durchaus positiv zu bewerten, da aktuelle Genehmigungen in der Regel entsprechende Vorgaben enthalten.

Abschaltungen können Verluste minimieren, aber nicht vollständig vermeiden. Um einen ausreichenden Teil der sächsischen Populationen vor unvermeidlichen Kollisionen zu schützen und ihre Bestände wenigstens zu stabilisieren, braucht es eine wirksame Raumplanung. Regionen, in denen besonders betroffene Arten besonders häufig vorkommen und die demzufolge als „**Dichtezentren**“ anzusehen sind, müssen so weit wie möglich von Windenergienutzung freigehalten werden (vgl. [19] zum Dichtezentren-Ansatz). Besonders waldreiche Gebiete sind wertvolle Fledermauslebensräume. Trotz der vielen Interessen, die in der Raumplanung berücksichtigt werden müssen, ist es aus fachlicher Sicht unerlässlich, Ausbauflächen zur Erreichung des 2%-Ziels (Kap. 4) in weniger konflikträchtigen Regionen zu konzentrieren.



Abbildung 4:
Lebensraumkomplex Gewässer-
Wald als Optimalhabitat für
Fledermäuse: Dichtezentrum und
damit möglichst Ausschlussgebiet
für Windenergie
(Biosphärenreservat
Oberlausitzer Heide- und
Teichlandschaft)
Foto: Marco Roßner

Unzureichende Daten erschweren diese Aufgabe. Wie in Kapitel 3 beschrieben, sind Verbreitung und Bestandsentwicklung heimischer Fledermausarten nur grob einschätzbar. Ehrenamtliches Engagement gelangt hier an Grenzen und kann gezielte wissenschaftliche Erfassungen nach fachlich anerkannter Methodik nicht ersetzen.

Wie die Energiewende liegt auch der Erhalt biologischer Vielfalt im gesamtgesellschaftlichen Interesse. Daher muss das **Monitoring** der von der Energiewende betroffenen Arten als staatliche Aufgabe und integraler Bestandteil des naturverträglichen Ausbaus anerkannt werden. Dazu braucht es ein durchdachtes Konzept, das begrenzte Ressourcen schont, moderne wissenschaftliche Methoden nutzt und **langfristig auskömmlich finanziert** ist. Dieser letzte Punkt ist entscheidend: Fördermittelfinanzierte kurzfristige Erfassungskampagnen mit Laufzeiten von wenigen Jahren liefern keine langfristig vergleichbaren Daten.

Ebenso entscheidend wird es sein, Populationen durch gezielte Maßnahmen zu stützen. Mit den Planungsbeschleunigungen im Bundesnaturschutzgesetz wurden dazu die **nationalen Artenhilfsprogramme** ins Leben gerufen, die sich aus zweckgebundenen Zahlungen der WEA-Betreiber finanzieren sollen. Da das Tempo bei der Ausgestaltung dieser Programme bei weitem nicht mit der Vereinfachung des Ausbaus mithält, ist momentan völlig unklar, ob entsprechende Maßnahmen tatsächlich noch rechtzeitig in den entsprechenden Fledermaus-Populationen ankommen. Ein essenzieller Schritt – nämlich die Identifizierung prioritärer Zielregionen, in denen unterschiedliche Maßnahmen im Verbund wirken können und die gleichzeitig weitgehend freigehalten werden von WEA – ist bislang nicht unternommen. Daher wirkt das Vorgehen aus fachlicher Sicht zu wenig koordiniert und droht, ökologische Ansprüche und Raumnutzung der Artengruppe nicht ausreichend zu würdigen. Hier bedarf es dringend einer landesweiten und länderübergreifenden Abstimmung zwischen beteiligten Akteuren (Verbände aus den Bereichen Naturschutz, Forst und Landwirtschaft, Fachbehörden des Landes, Artexpert:innen), damit dieser sprichwörtlich überlebenswichtige Baustein tatsächlich wirksame Projekte hervorbringt.

Abschließend sei dringend dafür geworben, **wissenschaftliche Evidenzen** im Artenschutz auch im Angesicht notwendiger erforderlicher Klimaschutzbemühungen ernst zu nehmen. Nicht nur der Fledermausschutz musste in den letzten zwei Jahren zur Kenntnis nehmen, dass wegweisende politische Entscheidungen offenbar ohne Einbeziehung anerkannter Fachmeinungen getroffen werden. Vereinfachungen von Planungsprozessen und die Standardisierung bei der Bewältigung bekannter Konflikte sind grundsätzlich zu begrüßen. Wissenschaftliche Erkenntnisse zu ignorieren oder mit Verweis auf Aussageunsicherheiten abzuqualifizieren¹, zeugt aber nicht nur von mangelndem Verständnis für die Komplexität ökologischer Systeme, sondern lässt auch am *gemeinsamen* Ziel einer tatsächlich *biodiversitätsverträglichen* Energiewende zweifeln. Eine aufgeklärte Gesellschaft kann und muss das besser lösen.

Anja Fritzsche und Marco Roßner | NABU-LFA Fledermausschutz Sachsen

¹ Beispielhaft sei eine Stellungnahme des Bundesverbandes Windenergie e.V. zu Ergebnissen eines BFN-F+E-Vorhabens zur Bewertung der Signifikanzschwelle für Fledermäuse angeführt, die den Autor:innen einen „...beschränkten Blick auf die Natur und ihre Bedürfnisse...“ unterstellt und gleichzeitig die gutachterliche Objektivität abspricht, da es sich um Personen „...aus dem Naturschutzbereich...“ handele [20]

Fledermausfakten

- Fledermäuse reproduzieren sehr langsam, sie haben nur 1–2 Jungtiere im Jahr
- Weibchen finden sich zur Geburt und Aufzucht der Jungtiere im Zeitraum April–August zu sogenannten Wochenstubenverbänden zusammen
- Wochenstubenverbände bestehen aus weiblichen Fledermäusen mit hoher Bindung an ihre Geburtskolonie und das lokale Quartier/den lokalen Quartierkomplex
- Fledermauspopulationen sind nicht ohne Grund in Gruppenverbänden anzutreffen; Vorteile sind Thermoregulation, Nahrungssuche, Jungenaufzucht, Kommunikation und Fortpflanzung
- Fledermäuse sind hochmobil, einige Arten legen über 20 km Entfernung zwischen ihrem Quartier und ihren Jagdgebieten in einer Nacht zurück
- Sie weisen eine meist ausgeprägte Treue zu ihren Wochenstubenquartieren, Winterquartieren, Flugrouten und Jagdhabitaten auf
- Einige Arten migrieren im Frühjahr und Herbst und legen dabei über 2.200 km für eine Strecke zurück
- Fledermäuse orientieren sich in der Nacht im Luftraum über Echoortung
- Schlaggefährdete Arten fliegen im freien Luftraum, während andere Arten stark an Strukturen gebunden sind
- Heimische Fledermäuse wiegen ca. 5 g bis maximal 40 g
- Fledermäuse erreichen ein hohes Lebensalter, der Weltrekord liegt bei 41 Jahren
- DIETZ & BIRLENBACH [21] zeigten an einer Hochrechnung, dass bereits ein Verlust von 2 % der Weibchen einer Population Großer Mausohren zur Stagnation der Populationsentwicklung führte, 5–10 % Verlust führen zu einem Aussterben innerhalb von 30 Jahren

Quellen

- [1] ERICKSON W., G. JOHNSON, D. YOUNG, D. STRICKLAND, R. GOOD, M. BOURASSA, K. BAY & K. SERNKA (2002): Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments. – in: – S. 124, .
- [2] BACH L., R. BRINKMANN, H. LIMPENS, U. RAHMEI, M. REICHENBACH & A. ROSCHEN (1999): Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. – *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz*, **4**: 163–170.
- [3] BACH L. (2001): Fledermäuse und Windenergienutzung - reale Probleme oder Einbildung? – *Vogelkd. Ber. Niedersachs.*, **33**: 119–124.
- [4] SEICHE K., P. ENDL & M. LEIN (2008): Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. – Broschüre, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- [5] BRINKMANN R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (Hrsg.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen: Ergebnisse eines Forschungsvorhabens. 1. Aufl. – 457 Seiten. Göttingen Cuvillier.
- [6] ROCKSTRÖM J., W. STEFFEN, K. NOONE, Å. PERSSON, F.S.C. III, E.F. LAMBIN, T.M. LENTON, M. SCHEFFER, C. FOLKE, H.J. SCHELLNHUBER, B. NYKVIST, C.A. DE WIT, T. HUGHES, S. VAN DER LEEUW, H. RODHE, S. SÖRLIN, P.K. SNYDER, R. COSTANZA, U. SVEDIN, M. FALKENMARK, L. KARLBERG, R.W. CORELL, V.J. FABRY, J. HANSEN, B. WALKER, D. LIVERMAN, K. RICHARDSON, P. CRUTZEN & J.A. FOLEY (2009): A safe operating space for humanity. – *Nature*, **461/24**: 472–475.
- [7] RICHARDSON K., W. STEFFEN, W. LUCHT, J. BENDTSEN, S.E. CORNELL, J.F. DONGES, M. DRÜKE, I. FETZER, G. BALA, W. VON BLOH, G. FEULNER, S. FIEDLER, D. GERTEN, T. GLEESON, M. HOFMANN, W. HUISKAMP, M. KUMMU, C. MOHAN, D. NOGUÉS-BRAVO, S. PETRI, M. PORKKA, S. RAHMSTORF, S. SCHAPHOFF, K. THONICKE, A. TOBIAN, V. VIRKKI, L. WANG-ERLANDSSON, L. WEBER & J. ROCKSTRÖM (2023): Earth beyond six of nine planetary boundaries. – *Science Advances*, **9/37**: eadh2458. DOI: 10.1126/sciadv.adh2458.
- [8] CHENG T.L., J.D. REICHARD, J.T.H. COLEMAN, T.J. WELLER, W.E. THOGMARTIN, B.E. REICHERT, A.B. BENNETT, H.G. BRODERS, J. CAMPBELL, K. ETCHISON, D.J. FELLER, R. GEBOT, T. HEMBERGER, C. HERZOG, A.C. HICKS, S. HOUGHTON, J. HUMBER, J.A. KATH, R.A. KING, S.C. LOEB, A. MASSÉ, K.M. MORRIS, H. NIEDERRITER, G. NORDQUIST, R.W. PERRY, R.J. REYNOLDS, D.B. SASSE, M.R. SCAFINI, R.C. STARK, C.W. STIHLER, S.C. THOMAS, G.G. TURNER, S. WEBB, B.J. WESTRICH & W.F. FRICK (2021): The scope and severity of white-nose syndrome on hibernating bats in North America. – *Conservation Biology*, **35/5**: 1586–1597. DOI: 10.1111/cobi.13739.
- [9] BOYLES J.G., P.M. CRYAN, G.F. MCCracken & T.H. KUNZ (2011): Economic Importance of Bats in Agriculture. – *Science*, **332/6025**: 41–42. DOI: 10.1126/science.1201366.
- [10] FRANK E.G. (2024): The economic impacts of ecosystem disruptions: Costs from substituting biological pest control. – *Science*, **385/6713**: eadg0344. DOI: 10.1126/science.adg0344.
- [11] DÜRR T. (2023): Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland. Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. – Abgerufen am 15. März 2024, URL: <https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Fledermaeuse-Uebersicht-de.xlsx>.
- [12] ELLERBROK J.S., A. DELIUS, F. PETER, N. FARWIG & C.C. VOIGT (2022): Activity of forest specialist bats decreases towards wind turbines at forest sites. –

- Journal of Applied Ecology*: 1365-2664.14249. DOI: 10.1111/1365-2664.14249.
- [13] BATLAS (2023): Portal für Fledermauspopulationstrends. Universität Greifswald (Hrsg.): Bedrohte Daten von bedrohten Arten - Projekt im Rahmen einer Zuwendung gefördert durch BfN mit Mitteln des BMUV. URL: <https://batlas.info>.
- [14] VOIGT C.C., A.G. POPA-LISSEANU, 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. DOI: 10.1016/j.biocon.2012.04.027.
- [15] LEHNERT L.S., S. KRAMER-SCHADT, S. SCHÖNBORN, O. LINDECKE, I. NIERMANN & C.C. VOIGT (2014): Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. – *PLoS ONE*, **9/8**: e103106. DOI: 10.1371/journal.pone.0103106.
- [16] DIETZ M., A. FRITZSCHE, A. JOHST & N. RUHL (2024): Diskussionspapier - Fachempfehlung für eine bundesweite Signifikanzschwelle für Fledermäuse und Windenergieanlagen. 682. Auflage. – 112 Seiten. DE Bundesamt für Naturschutz, URL: <https://doi.org/10.19217/skr682>.
- [17] BEHR O., R. BRINKMANN, F. KORNER-NIEVERGELT, M. NAGY, I. NIERMANN, M. REICH, R. SIMON & S. RÜTER (Hrsg.) (2015): Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). – 374 Seiten. Institutionelles Repositorium der Leibniz Universität Hannover. DOI: 10.15488/263.
- [18] 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 (RENEBAT III): Endbericht. – 416 Seiten. Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik. DOI: 10.2314/GBV:1029993955.
- [19] EGGERS U. (2023): Der Dichtezentren-Ansatz - Ein Beitrag, den Ausbau der Windenergie naturverträglicher zu gestalten. – *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)*, **55/12**: 18–27. DOI: 10.1399/NuL.2023.12.01.
- [20] RÖHRS M. & L. SCHNÜRPEL (2023): Stellungnahme zu den Ergebnissen des F+E-Vorhabens des BfN zur Bewertung der Signifikanzschwelle für Fledermäuse. – Bundesverband WindEnergie e.V.
- [21] DIETZ M. & K. BIRLENBACH (2006): Lebensraumfragmentierung und die Bedeutung der FFH-Richtlinie für den Schutz von Säugetieren mit großen Raumsprüchen. – *Kleine Katzen–große Räume, NAH Akademie-Ber*, **5**: 21–32.