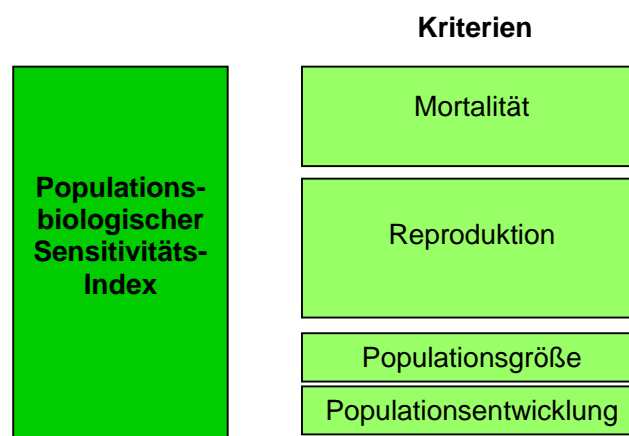


Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen –

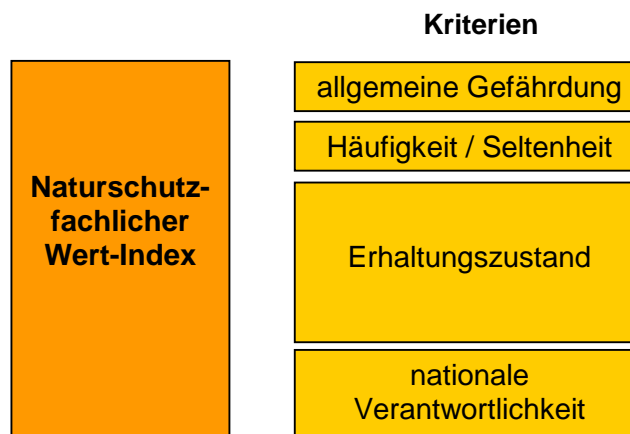
Teil II.8: Arbeitshilfe zur Bewertung der Kollisionsgefährdung von Fledermäusen an Windenergieanlagen

4. Fassung, Stand 31.08.2021

Populationsbiologischer Sensitivitäts-Index (9-stufig)



Naturschutzfachlicher Wert-Index (5-stufig)



Dipl. Ing. Dirk Bernotat
Bundesamt für Naturschutz
Alte Messe 6
04103 Leipzig
dirk.bernotat@bfn.de

Dipl. Biol. Dr. Volker Dierschke
Gavia EcoResearch
Tönnhäuser Dorfstr. 20
21423 Winsen (Luhe)
volker.dierschke@gmx.de

Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen

Teil II.8: Arbeitshilfe zur Bewertung der Kollisionsgefährdung von Fledermäusen an Windenergieanlagen

4. Fassung, Stand 31.08.2021

Zitiervorschlag:

BERNOTAT, D. & DIERSCHKE, V. (2021): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen – Teil II.8: Arbeitshilfe zur Bewertung der Kollisionsgefährdung von Fledermäusen an Windenergieanlagen, 4. Fassung, Stand 31.08.2021, 31 S.

Inhaltsverzeichnis

17. Bewertung der Mortalitätsgefährdung von Fledermäusen an Windenergieanlagen (an Land)	5
17.1. Einleitung	5
17.2. Kollisionsrisiko von Fledermäusen an Windenergieanlagen	6
17.3. Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung von Fledermäusen an Windenergieanlagen	10
17.4. Ergebnis / Diskussion	12
17.5. Zusammenfassung	13
17.6. Quellenverzeichnis	17
17.7. Anhänge	25

17. Bewertung der Mortalitätsgefährdung von Fledermäusen an Windenergieanlagen (an Land)

17.1. Einleitung

Bei der Planung und Genehmigung von WEA kommt den Mortalitätsrisiken von Fledermausarten infolge der Kollision mit den Rotoren eine besondere Relevanz zu. Dabei sind insbesondere die Anforderungen des europäischen Arten- und Gebietsschutzes maßgeblich für die Ausgestaltung und die Genehmigungsfähigkeit eines Vorhabens.

Die rechtlichen und methodischen Grundlagen der Mortalitätsbewertung sind im Grundlagenteil I detailliert dargestellt. Dort wird auch in einem ersten Modul die allgemeine Mortalitätsgefährdung der Arten in Form des Mortalitäts-Gefährdungs-Index (MGI) aus den relevanten populationsbiologischen Kriterien (des Populationsbiologischen Sensitivitäts-Index PSI) und den zu berücksichtigenden naturschutzfachlichen Kriterien (des Naturschutzfachlichen Wert-Index NWI) abgeleitet. Im Interesse einer einfachen Handhabung für die Praxis werden nun in dieser Arbeitshilfe die weiteren planerisch relevanten Aspekte der MGI-Methodik für die Anwendung im Sinne eines vorhabenbezogenen Leitfadens zusammengefasst.

Bei naturschutzrechtlichen Prüfungen sind immer auch die vorhabentypspezifischen Kollisionsrisiken von Arten zu berücksichtigen. Daher wurde in einem zweiten Modul zunächst eine 5-stufige Einteilung des vorhabentypspezifischen Tötungsrisikos der Arten vorgenommen. Diese basiert auf Kenntnissen zur Biologie und zum Verhalten der Art, einer sehr umfangreichen Recherche und Auswertung deutscher sowie europäischer Quellen zu Totfundzahlen, Einstufungen von Fachpublikationen sowie eigenen Einschätzungen. Dieses vorhabentypspezifische Tötungsrisiko wurde dann mit der allgemeinen Mortalitätsgefährdung der Art (MGI) zu einem vorhabentypspezifischen Mortalitäts-Gefährdungs-Index (vMGI) aggregiert. Dies ermöglicht zugleich eine Fokussierung auf die besonders an WEA kollisionsgefährdeten Arten, bei denen bereits relativ geringe konstellationsspezifische Risiken zu signifikant erhöhten Tötungsrisiken oder erheblichen Beeinträchtigungen führen können.

Im Unterschied zu einigen anderen Themenfeldern der Mortalitätsbewertung liegen hier bereits einige Leitfäden und Arbeitshilfen vor. Die hier vorgestellte MGI-Methodik soll explizit nicht in Konkurrenz zu den genannten Ansätzen treten. Vielmehr wird allen naturschutzrechtlich und -fachlich geeigneten sowie etablierten oder gerichtlich anerkannten Leitfäden der Vorrang zugesprochen.

Die MGI-Methodik ermöglicht die fachwissenschaftliche und transparente Differenzierung der Kollisionsgefährdung der in Deutschland vorkommenden Fledermausarten. Die Ergebnisse bestätigen damit auch die Einstufungen der Länderleitfäden und zeigen andererseits, dass die systematischen Ableitungen der MGI-Methodik auch in diesem Themenbereich zu nachvollziehbaren und mit vorhandenen Veröffentlichungen kompatiblen Ergebnissen führen.

17.2. Kollisionsrisiko von Fledermäusen an Windenergieanlagen

Kollisionen von Fledermäusen mit Windenergieanlagen (WEA) wurden in einer Vielzahl von Studien dokumentiert. Die Schätzwerte variieren zwischen geografischen Regionen und Standorten sowie Erfassungsmethoden und Anlagentypen. So reichen in Deutschland die Schätzungen zur Mortalität von Fledermäusen an WEA ohne Auflagen zum Schutz von Fledermäusen von zwei bis zu mehr als 20 getöteten Tieren pro WEA und Jahr (RYDELL et al. 2010, DÜRR 2015, BRINKMANN 2011, zit. in VOIGT 2020: VI).

Zwei wesentliche Todesursachen von Fledermäusen an WEA konnten bisher identifiziert werden. Zum einen können die sich drehenden Rotorblätter von Fledermäusen trotz eines differenzierten Ortungssystems nur unzureichend wahrgenommen werden, sodass die Fledermäuse mit diesen kollidieren. Zum anderen können die in unmittelbarer Nähe der Rotorblätter entstehenden Verwirbelungen und die sich daraus ergebenden Druckunterschiede bei Fledermäusen zu einem sogenannten Barotrauma und somit zu Verletzungen führen (Platzen der Lungenbläschen, innere Blutungen), die für die Tiere i. d. R. tödlich sind (so z. B. BAERWALD et al. 2008, GRODSKY et al. 2011, VOIGT et al. 2015 oder HURST et al. 2015).

Kollisionen treten insbesondere beim Jagd- und Transferflug im freien Luftraum sowie während des Zuges auf. Untersuchungen von LEHNERT et al. (2014) haben beim Großen Abendsegler in diesem Zusammenhang gezeigt, dass ca. 72 % der Totfunde aus lokalen Populationen stammten, während 28 % Langstreckenwanderer aus Nordosteuropa darstellten.

Es wird davon ausgegangen, dass bei manchen Arten (wie z. B. der Zwergfledermaus) Masten – ggf. während der Schwärm- und Erkundungsphase im Rahmen eines „Neugierde-Verhaltens“ – als neue Vertikalstrukturen gezielt erkundet und/oder dazu genutzt werden, um höhere Luftschichten zu erschließen, die sich oberhalb des normalerweise regelmäßig genutzten Jagdraums befinden (z. B. BRINKMANN et al. 2006, ZAHN et al. 2014). In diesem Zusammenhang konnte eine Untersuchung aus den USA von CRYAN et al. (2014) zeigen, dass – insbesondere baumbewohnende – Fledermausarten zum Teil aktiv und zielgerichtet auf WEA zufliegen und sich längere Zeit um Turm und Gondel bewegen. Die Beobachtungen deuteten nach Ansicht der Autoren darauf hin, dass von den WEA eine gewisse Anlockwirkung ausgeht und manche Fledermäuse durch diese angezogen werden, ggf. weil sie diese für Bäume hielten und dort nach Höhlen, Nahrung oder Paarungspartnern suchten. Dies trat insbesondere bei niedrigen Windgeschwindigkeiten auf.

Seit 2002 werden von der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg dankenswerter Weise Daten über an WEA verunglückte Fledermäuse in einer zentralen Fundkartei sowohl für Deutschland als auch für Europa gesammelt. Auch wenn es sich dabei überwiegend um unsystematisch erhobene Daten handelt, kann anhand dieser Dokumentation gezeigt werden, dass eine Vielzahl von Fledermausarten an Windenergieanlagen zu Tode kommt, wobei allerdings durchaus deutliche artspezifische Unterschiede festgestellt wurden (vgl. Anhang 17-1). Diese Totfundzahlen sind im Hinblick auf die Häufigkeit der Arten zu interpretieren (vgl. Anhang 17-3 und Kap. 4.1 des Grundlagenteils). Diese Totfunddaten waren ein wesentlicher Grundstein bei der Beurteilung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an WEA. Daneben wurden Kenntnisse zur Biologie und dem Verhalten der Arten und die bereits publizierten Experteneinschätzungen (vgl. z. B. BRINKMANN 2006, SEICHE et al. 2008, RODRIGUES et al. 2008 bzw. EUROPÄISCHE KOMMISSION

2012, DÜRR 2008/2015, ZAHN et al. 2014, MÜLLER 2014, HURST et al. 2016, 2020) bzw. Länderleitfäden (z. B. Bayern, Brandenburg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz bzw. Schleswig-Holstein) ausgewertet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Experteneinschätzungen und Länderleitfäden nicht immer übereinstimmen bzw. in gewissem Umfang bereits die etwaigen Konsequenzen auf den Bestand (das heißt z. B. auch die regionale oder bundesweite Gefährdungssituation und Häufigkeit) mit berücksichtigt wurden.

Basierend auf den Totfundzahlen in Deutschland und Europa, den Erkenntnissen und Einschätzungen zur Strukturbindung beim Flug, Flughöhe und Mobilität sowie den publizierten Experteneinschätzungen und Länderleitfäden wurde in Anhang 17-2 das artspezifische Kollisionsrisiko an WEA 5-stufig eingestuft.

Da Windenergieanlagen bis vor wenigen Jahren überwiegend in Offenlandlebensräumen errichtet wurden und auch entsprechende Untersuchungen zu ihren Auswirkungen darauf konzentriert waren, fehlen für Wälder bislang noch differenziertere Datengrundlagen (vgl. z. B. ILLNER 2012, KUGELSCHAFTER 2013, DÜRR 2015, RICHARZ 2014). Eine Schlagopfersuche ist in Wäldern aufgrund der Vegetationsbedeckung zudem nur sehr eingeschränkt möglich (BRINKMANN et al. 2011, HURST et al. 2016) und von Aktivitäten im Wald kann nicht auf Aktivitäten oberhalb der Baumkronen geschlossen werden (BACH et al. 2012). Neuere Untersuchungsergebnisse zeigen, dass auch über Wäldern überwiegend ein vergleichbares Artenspektrum wie im Offenland durch WEA betroffen ist und das Kollisionsrisiko nicht grundsätzlich höher als im Offenland ist (z. B. MÜLLER et al. 2013, MÜLLER 2014, REICHENBACH et al. 2015, HURST et al. 2016, HURST et al. 2020).

Allerdings sind Waldstandorte – insbesondere naturnaher Wälder – aufgrund der erhöhten bau-, anlage- und betriebsbedingten Eingriffsintensität und der hohen (potenziellen) Betroffenheit von Fortpflanzungs- und Ruhestätten i. d. R. deutlich konflikträchtiger für Fledermausbestände und -populationen als Standorte in der offenen, intensiv genutzten Agrarlandschaft (so z. B. auch BfN 2011, KUGELSCHAFTER 2013, RICHARZ 2014). WEA in Wald-FFH-Gebieten führen im Rahmen der erforderlichen FFH-VP zudem aufgrund der niedrigen Orientierungswerte zu Bagatellschwellen für tolerable Verluste an geschützten Lebensraumtypen sowie Habitaten geschützter Arten (vgl. die u. a. durch das BVerwG anerkannten und empfohlenen BfN-Fachkonventionen von LAMBRECHT & TRAUTNER 2007) i. d. R. zu erheblichen Beeinträchtigungen (vgl. auch *FFH-VP-Info*) und sollten daher gänzlich vermieden werden (vgl. auch HURST et al. 2016: 31).

Auch wenn bei einzelnen Arten oder bestimmten Konstellationen noch Kenntnisdefizite bestehen, so zeichnet sich bei der Einstufung des Kollisionsrisikos in den jüngeren Veröffentlichungen weitgehend übereinstimmend ab, dass den Arten der Gattungen *Nyctalus*, *Pipistrellus* und *Eptesicus* ein hohes Risiko und den Arten der Gattungen *Myotis*, *Plecotus* und *Rhinolophus* ein eher niedriges Risiko zugesprochen wird (vgl. z. B. BRINKMANN et al. 2011, ZAHN et al. 2014, EUROBATS 2015, DÜRR 2015, HURST et al. 2016: 28 oder HURST et al. 2020: 34 ff.). In unserer 5-stufigen Einteilung des Kollisionsrisikos ergibt sich folgende Zuordnung der einzelnen Arten.

Ein sehr hohes Kollisionsrisiko (Stufe 1) wurde v. a. jenen Arten zugewiesen, die sehr hohe Totfundzahlen und eine überwiegend sehr hohe Flughöhe bzw. sehr geringe Strukturbindung beim Flug aufweisen und bei denen die Mehrzahl der Experteneinschätzungen ein sehr hohes Risiko postuliert hat.

Hierzu zählen mit Großem Abendsegler, Kleinabendsegler, Zweifarbfledermaus, Rauhaufledermaus, Nordfledermaus und Alpenfledermaus Arten, die zum großen Teil hoch im freien Luftraum jagen und/oder als ausgeprägte Langstreckenzieher weite Distanzen in großer Höhe auf Transferflügen zurücklegen. Hinzu kommen mit den *Pipistrellus*-Arten Zwergfledermaus, Mückenfledermaus und Weißrandfledermaus drei Arten mit ebenfalls sehr hohen Totfundzahlen in Europa. Sie fliegen trotz einer gewissen Strukturbindung im Flug zumindest teilweise bei Jagd- oder Transferflug in größeren Höhen. Zudem wird zumindest bei der Zwergfledermaus inzwischen davon ausgegangen, dass auch ein Erkundungsverhalten an WEA zu den sehr hohen Kollisionsopferzahlen führt (BRINKMANN et al. 2006, ZAHN et al. 2014, DÜRR 2014, CRYAN et al. 2014).

Ein hohes Kollisionsrisiko (Stufe 2) wurde v. a. für die Arten mit hohen Totfundzahlen bzw. relativ hoher Flughöhe und überwiegend geringer Strukturbindung beim Flug angenommen, bzw. für jene, bei denen die Mehrzahl der bisherigen Experteneinschätzungen von erhöhten Risiken ausgeht.

Hierzu zählt insbesondere die Breitflügelgedermaus, die unter Berücksichtigung weiterer nicht gegenüber der Schwesterart *Eptesicus isabellinus* abgegrenzter Totfunde mindestens ein hohes Kollisionsrisiko aufweist.

Ein mittleres Kollisionsrisiko (Stufe 3) wurde keiner Art zugewiesen. Dies ergibt sich u. a. daraus, dass die Einstufung der Waldarten nun – den meisten neueren Veröffentlichungen (z. B. HUST et al. 2016) folgend – unter der Prämisse erfolgt, dass die WEA einen Abstand von mehr als 50 m zur Waldoberkante aufweisen und das Kollisionsrisiko für die waldbewohnenden Arten somit nur „gering“ bzw. „sehr gering“ ist. Grundsätzlich ist auch aus der Ökologie der Arten heraus nachvollziehbar, dass sich das Artenspektrum bei diesem Vorhabentyp aufteilt in jene, die hoch bis sehr hoch kollisionsgefährdet sind und jene, die eher sehr gering bis gering gefährdet sind und somit keine ausgeprägte „Mittelklasse“ besteht.

Ein geringes Kollisionsrisiko (Stufe 4) wurde v. a. bei den Arten angenommen, die geringe Totfundzahlen aufweisen bzw. deren Flughöhe überwiegend niedrig und deren Strukturbindung beim Flug überwiegend hoch ist und bei denen die Mehrzahl der bisherigen Experteneinschätzungen „gering“ lautete. Hierzu zählt mit der Teichfledermaus eine Art, deren Jagdflüge in der Regel niedriger als der Gefährdungsbereich stattfinden, die aber v. a. auf Transferflügen von Kollisionen betroffen sein können. Die Teichfledermaus wird zudem als Langstreckenwanderer eingestuft.

Ein sehr geringes Kollisionsrisiko (Stufe 5) wurde v. a. bei den Arten angenommen, die sehr geringe Totfundzahlen aufweisen und deren Flughöhe sehr niedrig bzw. deren Strukturbindung beim Flug sehr hoch ist und die in Leitfäden und Experteneinschätzungen weitgehend einheitlich mit dem jeweils geringsten vergebenen Kollisionsrisiko (je nachdem „gering“ oder „sehr gering“) bzw. ohne Kollisionsrisiko eingestuft wurden.

Hierzu zählen die beiden *Rhinolophus*-Arten Kleine Hufeisennase und Große Hufeisennase, die *Myotis*-Arten Fransenfledermaus, Bechsteinfledermaus, Wimperfledermaus, Großes Mausohr, Wasserfledermaus, Große Bartfledermaus, Kleine Bartfledermaus und Nymphenfledermaus sowie die beiden *Plecotus*-Arten Graues und Braunes Langohr und die Mopsfledermaus. Bei den Waldarten erfolgt die Einstufung unter der Prämisse, dass die WEA einen Abstand von mehr als 50 m zur Waldoberkante aufweisen.

Für Kleinwindenergieanlagen (KWEA) liegen aufgrund der geringeren Rotorhöhe sowie verschiedenartiger Technik und Standorte abweichende Rahmenbedingungen vor. Der Rotor befindet sich in der charakteristischen Flughöhe vieler Arten und das potenziell betroffene Artenspektrum umfasst daher auch die niedrig und strukturgebunden fliegenden Arten. Dies betrifft auch WEA mit großem Rotordurchmesser und geringer Nabenhöhe, deren unterer Rotordurchlauf einen sehr geringen Abstand zur Geländeoberfläche aufweist. Daher sind hier auch eigenständige methodische Ansätze der Wirkungsprognose und Bewertung vorzusehen. Nähere Informationen und Einschätzungen hierzu finden sich z. B. bei: BAT CONSERVATION TRUST (2007, 2009), SCOTTISH NATURAL HERITAGE (2009), LONG et al. (2009), MINDERMAN et al. (2012), PARK et al. (2013), REINHARD & GÜNTHER (2013), EUROBATS (2014), LANDESAMT FÜR UMWELT, WASSERWIRTSCHAFT UND GEWERBEAUF SICHT RHEINLAND-PFALZ (2015), MINDERMAN et al. (2015), MELUND SH (2020), THOMSEN et al. (2020) und HARTMANN et al. (2021a/b).

Weitere Daten und Informationen zum Kollisionsrisiko von Fledermäusen an WEA sowie Hinweise für die Planung sind z. B. enthalten in:

BRINKMANN (2004), DÜRR (2004), DÜRR & BACH (2004), RAHMEL et al. (2004), BRINKMANN (2005), KUSENBACH (2005), TUTTLE (2005), HÖTKER et al. (2005), ARNETT et al. (2006), BACH & RAHMEL (2006), BRINKMANN (2006), BRINKMANN et al. (2006), EUROBATS (2006a, 2006b), KRETZSCHMAR et al. (2006), SEICHE et al. (2007), HUSO (2008), LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN - LANU (2008), SEICHE et al. (2008), EU KOMMISSION (2010), PIELA (2010), ALBRECHT & GRÜNFELDER (2011), MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (2010, 2011, 2018), BRINKMANN et al. (2011), ITTERMANN (2012), VOIGT et al. (2012), RICHARZ et al. (2012), BACH et al. (2012), AMORIM et al. (2012), KUGELSCHAFTER (2013), KORNER-NIEVERGELT et al. (2013), NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG (2014), LEHNERT et al. (2014), ZAHN et al. (2014), MÜLLER (2014), LUBW (2014), CRYAN et al. (2014), RICHARZ (2014), VOIGT et al. (2015), HURST et al. (2015), TLUG (2015), RODRIGUES et al. (2015), REICHENBACH et al. (2015), LUNG MV (2016), NMUEK (2016), ARNETT et al. (2016), HURST et al. (2016), ROELEKE et al. (2016), BARCLAY et al. (2017), MULNV (2017), MELUND & LLUR (2017), LFU RP (2018), BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2017), MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND ENERGIE SACHSEN-ANHALT (2018), LINDEMANN et al. (2018), BEHR et al. (2018), PETERMANN (2020), HURST et al. (2020), VOIGT (2020), HMKLV & HMWEVW (2020) oder im BfN-Fachinformationssystem *FFH-VP-Info*.

17.3. Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung von Fledermäusen an Windenergieanlagen

Um die vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung von Fledermäusen an WEA abzuleiten, wurde in Tab. 17-1 für jede Art die allgemeine Mortalitätsgefährdung des MGI mit dem artspezifischen Kollisionsrisiko (vgl. Anhang 17-2) ins Verhältnis gesetzt.

Tab. 17-1: Matrix zur Ableitung der vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung von Fledermausarten an WEA (unter der Prämisse, dass die WEA einen Abstand von mehr als 50 m zur Waldoberkante aufweisen und ohne Kleinwindenergieanlagen).

		Artspezifische Einstufung des Kollisionsrisikos von Fledermausarten an WEA (vgl. Anhang 17-2)				
		1 sehr hoch	2 hoch	3 mittel	4 gering	5 sehr gering
Mortalitäts-Gefährdungs-Index (MGI)	I.1					
	I.2					Große Hufeisennase, Kleine Hufeisennase, Nymphenfledermaus
	I.3				Teichfledermaus	Graues Langohr, Bechsteinfledermaus
	II.4		Breitflügelfledermaus			Mopsfledermaus, Wimperfledermaus
	II.5	Nordfledermaus, Alpenfledermaus				Große Bartfledermaus
	III.6	Zweifarbflodermas, Kleinabendsegler, Großer Abendsegler				Großes Mausohr, Braunes Langohr, Kleine Bartfledermaus, Fransenfledermaus
	III.7	Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus, Weißrandfledermaus				Wasserfledermaus
	IV.8	Zwergfledermaus				
	IV.9					
	V.10					
	V.11					
	VI.12					
	VI.13					

Die nachfolgende Tab. 17-2 sowie Tab. 17-3 stellen die Ergebnisse und die daraus resultierenden Einstufungen in übersichtlicherer Weise nach den jeweiligen Gefährdungsklassen zusammen.

Tab. 17-2: Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung von Fledermausarten durch Kollision an WEA nach Gefährdungsklassen (unter der Prämisse, dass die WEA einen Abstand von mehr als 50 m zur Waldoberkante aufweisen und ohne Kleinwindenergieanlagen).

vMGI-Klasse	Arten
A.1	
A.2	
A.3	
A.4	
B.5	Nordfledermaus, Alpenfledermaus, Breitflügelfledermaus
B.6	Zweifarbflodermuus, Kleinabendsegler, Großer Abendsegler, Teichfledermaus, Große Hufeisennase*, Kleine Hufeisennase*, Nymphenfledermaus*
C.7	Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus, Weißrandfledermaus, Graues Langohr*, Bechsteinfledermaus*
C.8	Zwergfledermaus, Mopsfledermaus*, Wimperfledermaus*
C.9	Große Bartfledermaus*
D.10	Großes Mausohr*, Braunes Langohr*, Kleine Bartfledermaus*, Fransenfledermaus*
D.11	Wasserfledermaus*
D.12	
E.13	
E.14	
E.15	
E.16	
E.17	

* bedeutet, dass die Art nur ein „sehr geringes“ vorhabenspezifisches Tötungsrisiko aufweist.

Tab. 17-3: Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung von Fledermausarten durch Kollision an WEA nach Gefährdungsklassen (unter der Prämisse, dass die WEA einen Abstand von mehr als 50 m zur Waldoberkante aufweisen und ohne Kleinwindenergieanlagen).

A: Sehr hohe Gefährdung => I.d.R. / schon bei geringem konstellations-spez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	B: Hohe Gefährdung => I.d.R. / schon bei mittlerem konstellations-spez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	C: Mittlere Gefährdung => Im Einzelfall / bei mind. hohem konstellationsspez. Risiko planungs u. verbotsrelevant	D: Geringe Gefährdung => I.d.R. nicht / nur bei sehr hohem konstellationsspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	E: Sehr geringe Gefährdung => I.d.R. nicht / nur bei extrem hohem konstellations-spez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant
	Nordfledermaus, Alpenfledermaus, Breitflügelfledermaus, Zweifarbfledermaus, Kleinabendsegler, Großer Abendsegler, Teichfledermaus, Große Hufeisennase*, Kleine Hufeisennase*, Nymphenfledermaus*	Mückenfledermaus, Rauhautfledermaus, Weißrandfledermaus, Zwergfledermaus, Mopsfledermaus*, Graues Langohr*, Bechsteinfledermaus*, Große Bartfledermaus*, Wimperfledermaus*	Großes Mausohr*, Braunes Langohr*, Kleine Bartfledermaus*, Wasserfledermaus*, Fransenfledermaus*	

* bedeutet, dass die Art nur ein „sehr geringes“ vorhabenspezifisches Tötungsrisiko aufweist.

17.4. Ergebnis / Diskussion

Im Hinblick auf Prüfungen und Planungen und die damit verbundene Kollisionsgefährdung sind zahlreiche Fledermausarten als grundsätzlich prüfungsrelevant einzustufen. Dies liegt zum einen daran, dass viele Arten grundsätzlich durch Kollisionen an WEA betroffen sind und zum anderen, dass Fledermäuse als K-Strategen (mit geringer Fortpflanzungsrate etc.) einer relativ hohen allgemeinen Mortalitätsgefährdung unterliegen. Dennoch zeigt sich, dass sich das Artenspektrum im Hinblick auf die vorhabentypbezogene Mortalitätsgefährdung durchaus ausdifferenziert und nicht das gesamte Artenspektrum relevant ist.

In vMGI-Klasse A mit einer sehr hohen Mortalitätsgefährdung an WEA wurde keine Art festgestellt. Dies ergibt sich z. B. im Unterschied zur Mortalität von Fledermäusen an Straßen oder von Vögeln an WEA daraus, dass die besonders kollisionsempfindlichen Arten den Gattungen *Nyctalus* und *Pipistrellus* angehören, die „nur“ eine „mäßige“ oder „mittlere“ allgemeine Mortalitätsgefährdung aufweisen.

In vMGI-Klasse B mit einer hohen Mortalitätsgefährdung an WEA werden Großer Abendsegler, Kleinabendsegler und Mückenfledermaus mit sehr hohem Kollisionsrisiko und mittlerer allgemeiner Mortalitätsgefährdung eingestuft. Hier finden sich zudem mit Zweifarbfledermaus, Alpenfledermaus, Nordfledermaus und Breitflügelfledermaus Arten mit einem hohen bis sehr hohem Kollisionsrisiko und einer hohen allgemeinen Mortalitätsgefährdung. Bei Arten mit einer hohen Mortalitätsgefährdung durch WEA müssen im konkreten Fall nur mittlere konstellationsspezifische Risiken vorhanden sein, um insgesamt ein hohes Konfliktrisiko entstehen zu lassen (vgl. Tab.17-3).

Die beiden Hufeisennasen werden aufgrund ihrer sehr hohen allgemeinen Mortalitätsgefährdung methodisch auch in Klasse B eingestuft werden. Da ihr Kollisionsrisiko an großen WEA aber extrem gering ist, kann dieses planerisch vernachlässigt werden, zumal wohl nur selten ein relevantes konstellationsspezifisches Risiko auftreten wird. Dies gilt jedoch explizit nicht für Kleinwindenergieanlagen bzw. Anlagen mit einem Rotorbereich dicht oberhalb der Bodenoberfläche. Auch bei der Nymphenfledermaus resultiert die Einschätzung ausschließlich aus der sehr hohen allgemeinen Mortalitätsgefährdung dieser sehr seltenen und noch wenig erforschten *Myotis*-Art.

vMGI-Klasse C mit einer mittleren Mortalitätsgefährdung an WEA umfasst ein breiteres Artenspektrum.

Hierzu zählen Arten mit sehr hohem Kollisionsrisiko, aber lediglich mäßiger bis mittlerer allgemeiner Mortalitätsgefährdung wie Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus, Mückenfledermaus und Weißrandfledermaus. Diese *Pipistrellus*-Arten sind zwar regelmäßig Kollisionsopfer an WEA, sie sind aber hinsichtlich ihrer Populationsbiologie innerhalb der Fledermäuse alle als etwas weniger empfindlich gegenüber anthropogener Mortalität einzuschätzen. Die Betroffenheit der Arten dieser Klasse wird in naturschutzfachlichen Prüfungen wohl nur dann Relevanz entfalten, wenn mindestens ein erhöhtes (hohes) konstellationsspezifisches Risiko besteht.

Arten wie Mopsfledermaus, Graues Langohr, Große Bartfledermaus, Bechsteinfledermaus oder Wimperfledermaus werden aufgrund ihrer sehr hohen allgemeinen Mortalitätsgefährdung methodisch zwar auch in Klasse B eingestuft werden. Da ihr Kollisionsrisiko an großen WEA (mit ausreichend Abstand zwischen Vegetation und

Rotorunterkante) aber sehr gering ist, kann dieses planerisch bei solchen i. d. R. vernachlässigt werden.

In vMGI-Klasse D der Arten mit geringer Mortalitätsgefährdung an WEA befinden sich mit Großem Mausohr, Braunem Langohr, Kleiner Bartfledermaus, Wasserfledermaus und Fransenfledermaus ausschließlich Arten, die zum einen an großen WEA (mit ausreichend Abstand zwischen Vegetation und Rotorunterkante) nur ein „sehr geringes“ Kollisionsrisiko, zum anderen aber auch „nur“ eine „mittlere“ allgemeine Mortalitätsgefährdung aufweisen. Bei diesen Arten ist im Zusammenhang mit naturschutzrechtlichen Prüfungen in der Regel nicht von einer Planungs- bzw. Verbotsrelevanz durch Mortalität an WEA auszugehen.

17.5. Zusammenfassung

Mit den Ergebnissen der vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung des vMGI wurde die Grundlage für die Identifizierung der „kollisionsgefährdete Arten an WEA“ gelegt. Damit ist eine sachdienliche und naturschutzfachlich begründete planerische Grundlage für die Bewertung der im Hinblick auf WEA empfindlichen Arten und Konstellationen möglich.

Die Einstufung als „kollisionsgefährdet“ bedeutet, dass insbesondere bei diesen Arten ein Verstoß gegen das artenschutzrechtliche Tötungsverbot in Betracht kommt, da bei ihnen aufgrund ihrer Ökologie und ihres artspezifischen Verhaltens das vorhabenbezogene Tötungs- und Verletzungsrisiko über das Maß des allgemeinen Tötungsrisikos hinaus signifikant erhöht sein kann. Bei diesen Arten besteht daher die Relevanz für eine vertiefte Prüfung auf Artniveau (zu den rechtlichen Rahmenbedingungen vgl. auch Kap. 2 im Grundlagenteil I).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Mortalitätsgefährdung von Fledermäusen an WEA weniger Arten betrifft und weniger stark differenziert ist als an Straßen. So zeigen die Ergebnisse zunächst, dass etliche Arten aufgrund ihres niedrigen, strukturgebundenen Flugs nur ein sehr geringes Kollisionsrisiko – und auch kaum Totfunde – aufweisen und daher zumindest unter der Prämisse eines ausreichenden Abstands der Rotoren zur Bodenoberfläche bzw. zum Kronendach des Waldes von 50 m in der Regel im Hinblick auf die Mortalitätsgefährdung keine planerische Relevanz entfalten.

Dagegen sind folgende Arten als an WEA kollisionsgefährdete Arten einzustufen:

- Großer Abendsegler (B)
- Kleinabendsegler (B)
- Zweifarbfledermaus (B)
- Nordfledermaus (B)
- Alpenfledermaus (B)
- Breitflügelfledermaus (B)
- Teichfledermaus (B)
- Rauhautfledermaus (C)
- Zwergfledermaus (C)
- Mückenfledermaus (C)
- Weißrandfledermaus (C)

Diese Ergebnisse zur Kollisionsgefährdung der Arten stimmen sehr gut mit den in den verschiedenen Leitfäden und Fachpublikationen veröffentlichten Einstufungen überein.

Im Unterschied zur Kollisionsgefährdung an Straßen gibt es keine Arten der vMGI-Klasse A mit einer „sehr hohen“ Mortalitätsgefährdung. Während bei Straßen die populationsbiologisch besonders empfindlichen Arten (v. a. die beiden Hufeisennasen-Arten) auch zu den besonders kollisionsempfindlichen Arten zählen und andererseits die etwas weniger mortalitätsgefährdeten Arten wie Großer Abendsegler, Kleinabendsegler oder Rauhaufledermaus als überwiegend hoch fliegende Arten auch weniger kollisionsempfindlich sind, ist dies bei WEA genau umgekehrt. Die Arten mit einer sehr hohen allgemeinen Mortalitätsgefährdung (z. B. der Gattungen *Rhinolophus* und *Myotis*) weisen an WEA ein sehr geringes Kollisionsrisiko auf, während die Arten mit sehr hohem Kollisionsrisiko (z. B. der Gattungen *Nyctalus* und *Pipistrellus*) eine etwas geringere allgemeine Mortalitätsgefährdung besitzen.

Um das Kollisionsrisiko und die Gefährdungszeiträume für Fledermäuse an neu errichteten WEA detailliert einschätzen zu können, sollte üblicher Weise die Fledermausaktivität mittels Gondelmonitoring untersucht werden. Auf Grundlage der dort erfassten Daten können dann in Verbindung mit bestimmten Umweltparametern (z. B. Jahreszeit, Temperatur und Windgeschwindigkeit) an den Einzelfall angepasste Abschaltzeiten festgelegt werden.

Die hierfür notwendige Software ProBat dient der Berechnung individueller Abschaltalgorithmen für einen fledermausangepassten Betrieb von Windenergieanlagen mit dem Ziel, die Zahl der Schlagopfer pro Jahr auf einen behördlich festgelegten Wert zu reduzieren. Hierzu ist eine (mindestens) zweijährige Gondelerfassung notwendig. Um nicht gegen das artenschutzrechtliche Tötungsverbot zu verstoßen, ist bis zur Berechnung der standortspezifischen Abschaltalgorithmen der Betrieb der Anlagen über pauschale Abschaltzeiten zu regeln. In der Zeit des Monitorings sollten die Anlagen i. d. R. während der Aktivitätsperiode der Fledermäuse (von mindestens 1. April bis 31. Oktober eine Stunde vor Sonnenuntergang bis eine Stunde vor Sonnenaufgang) bei Windgeschwindigkeiten von i. d. R. < 6 m/s und einer Temperatur von mindestens 10 °C in Gondelhöhe abgeschaltet werden.

Mithilfe der Software ProBat besteht dann die Möglichkeit, über einen anlagenspezifischen Abschaltalgorithmus einen sogenannten fledermausfreundlichen Betrieb der WEA mit möglichst geringen Ertragseinbußen zu etablieren. Die von der Universität Erlangen entwickelte Software basiert auf umfangreichen Forschungen in den RENEBAT-Projekten aus den Jahren 2007 bis 2009 (RENEBAT I), 2011 bis 2013 (RENEBAT II) und 2013 bis 2016 (RENEBAT III). In den drei Projekten wurden differenzierte Untersuchungen zur Prognose und zur Vermeidung von Fledermaus-Schlagopfern an WEA durchgeführt.

Gutachter und Genehmigungsbehörden können mit der Software ProBat die RENEBAT-Forschungsergebnisse eigenständig und ohne großen Aufwand anwenden. Die neue, ergänzende Online-Anwendung „ProBat Inspector“ vereinfacht zudem die Überprüfung der Einhaltung von beauftragten Abschaltvorgaben.¹

Grundsätzlich wäre auch bei der Bewertung der Mortalitätsgefährdung von Fledermäusen an WEA perspektivisch eine artspezifische Differenzierung wie z. B. bei den Vögeln oder wie bei

¹ Vgl. hierzu auch die weiterführenden Informationen unter: <https://www.naturstiftung-david.de/probat/> sowie <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/probat/>

Fledermäusen an Straßen anzustreben. Ein entsprechend differenzierterer Ansatz wird für Fledermäuse z. B. im Windenergieerlass Brandenburg (2011: Anlage 3) angedeutet, da dort die Schwellenwerte für die Erheblichkeit von Kollisionsverlusten artspezifisch definiert werden, allerdings stößt die Umsetzung bislang an technische Grenzen bei der Arterkennung. Andererseits zeigen die Ergebnisse aber auch, dass die artspezifische Unterscheidung bei Fledermäusen und WEA nicht die gleiche Bedeutung wie bei anderen Konfliktfeldern hat, was ggf. die methodischen Schwierigkeiten bei der artspezifischen akustischen Erfassung beim Gondelmonitoring relativiert.

Im Rahmen der räumlichen Planung von Vorranggebieten für die Nutzung der Windenergie oder im Zuge von Voruntersuchungen sollten besonders konfliktträchtige Einzelstandorte identifiziert und ausgeschieden werden. Hierdurch soll nicht zuletzt verhindert werden, dass Standorte weiterverfolgt werden, bei denen nach der Inbetriebnahme einer WEA – auf Basis der Ergebnisse eines Gondelmonitorings – so weitreichende Abschaltzeiten zu etablieren sind, dass die betreffende Anlage nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben ist.

So fordern z. B. auch Fledermaus-Expertinnen und Experten in ihrem von KUGELSCHAFTER (2013) veröffentlichten Positionspapier, dass besonders sensible Bereiche, wie z. B. Waldstandorte mit hoher Fledermausaktivität, Räume um Wochenstubenkolonien und Winterquartiere von WEA frei bleiben sollten. Hier könnten auch Abschaltregime nicht als Legitimation für eine Windkraftnutzung ausreichen. Eine Studie in einem Paarungsgebiet des Kleinabendseglers in Süddeutschland hat zudem darauf hingewiesen, dass in der Nähe von Paarungsquartieren ungewöhnliche Aktivitätsmuster mit hohen Aktivitätsspitzen und verstärkter Höhenaktivität auftreten können (BRINKMANN et al. 2016: 317 f.).

Für die planerische Bewertung des konstellationsspezifischen Risikos von Fledermäusen an WEA im konkreten Einzelfall gibt es zahlreiche Hinweise in verschiedenen Leitfäden. Die nachfolgenden Parameter zur Ermittlung des konstellationsspezifischen Risikos finden sich überwiegend auch in diesen Fachveröffentlichungen zur Thematik (vgl. z. B. BRINKMANN et al. 2011, KUGELSCHAFTER 2013, ZAHN et al. 2014: 21 RODRIGUES et al. 2015: 16 ff., HURST et al. 2016 oder VOIGT 2020) sowie in den zahlreichen Länderleitfäden. Sie wurden in Tab. 17-4 lediglich etwas weitergehend systematisiert und operationalisiert.

Für die planerischen Standortbewertungen können ggf. ergänzend die methodischen Ansätze der MGI-Methodik in Anlehnung an das Vorgehen zur Bewertung des konstellationsspezifischen Risikos von Fledermäusen an Straßen bzw. von Vögeln an WEA herangezogen werden.

Tab. 17-4: Beispiele für mögliche Parameter zur Einstufung des konstellationsspezifischen Risikos der Kollision von Fledermäusen an WEA.

abnehmende Konfliktintensität			
	3 hoch	2 mittel	1 gering
Konfliktintensität der WEA-Planung (vgl. hierzu ggf. Tab. 12-10)	Hohe Konfliktintensität (z.B. Windpark mit hoher Anlagenzahl, ggf. unter Berücksichtigung von Repowering, Kumulation, Bündelung u. Vorbelastung)	Mittlere Konfliktintensität (z.B. Windpark mit mittlerer bis geringer Anlagenzahl, ggf. unter Berücksichtigung von Repowering, Kumulation, Bündelung und Vorbelastung)	Geringe Konfliktintensität (z.B. einzelne WEA, ggf. unter Berücksichtigung von Repowering, Kumulation, Bündelung und Vorbelastung)
Betroffene Individuenzahl	Große Wochenstuben-/Männchenkolonie oder großes Winter- / Schwärmquartier (einer Art mit mind. mittlerer vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung)	Kleine Wochenstuben-/Männchenkolonie oder kleines Winter- / Schwärmquartier (einer Art mit mind. mittlerer vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung)	Zwischen-/Paarungsquartier/ Quartier von Einzeltieren (einer Art mit mind. hoher vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung)
Frequentierung/ Bedeutung v. Zugrouten	Konzentrationsbereich des Zugs (z.B. zentrale Zugroute; wichtige Zugschneise; Leitkorridor; Hauptzugzeit)	Regelmäßiges Zugvorkommen (z.B. Zugroute, Zugschneise; Zeit mit erhöhtem Zuggeschehen)	
Entfernung des Vorhabens	Inmitten oder unmittelbar angrenzend	Im zentralen Aktionsraum	Im weiteren Aktionsraum
Maßnahmen zur Minderung / Schadensbegrenzung	Geringe bis mäßige Minderungswirkung (z. B. wenig vorsorglicher Abschaltalgorithmus an WEA)	Mittlere bis hohe Minderungswirkung (z. B. durchschnittlicher vorsorglicher Abschaltalgorithmus an WEA)	Sehr hohe Minderungswirkung (z. B. sehr vorsorglicher Abschaltalgorithmus an WEA)
Maßnahmen zur Minderung / Schadensbegrenzung	Geringe bis mäßige Minderungswirkung (z. B. Abrücken aus dem unmittelbaren Umfeld einer Wochenstube)	Mittlere bis hohe Minderungswirkung (z. B. Abrücken außerhalb des zentralen Aktionsraums einer Wochenstube)	Sehr hohe Minderungswirkung (z. B. Abrücken außerhalb des weiteren Aktionsraums einer Wochenstube)

Danksagung

Für die Übermittlung des jeweils aktuellsten Stands der zentralen Fundkartei über Kollisionopfer an WEA aus Deutschland und Europa möchten wir uns herzlich bedanken bei Tobias Dürr und Dr. Torsten Langgemach (Buckow). Für die konstruktiven Hinweise zum Kollisionsrisiko, zur vorhabentypspezifischen Mortalität sowie zum Textverständnis des Kapitels möchten wir uns bedanken bei Markus Dietz (Gonterskirchen), Tobias Dürr (Buckow), Dr. Klaus Richarz (Lich), Sebastian Rogahn (Halle), Ulrike Bosch (Leipzig), Matthias Simon (Marburg) und Asja Weber (Leipzig).

17.6. Quellenverzeichnis

- ALBRECHT, K. & GRÜNFELDER, C. (2011): Fledermäuse für die Standortplanung von Windenergieanlagen erfassen: Erhebungen in kollisionsrelevanten Höhen mit einem Heliumballon. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 43 (1): 5-14.
- AMORIM, F., REBELO, H. & RODRIGUES, L. (2012): Factors Influencing Bat Activity and Mortality at a Wind Farm in the Mediterranean Region. *Acta Chiropterologica* 14 (2): 439-457.
- ARNETT, E. B., BAERWALD, E. F., MATHEWS, F., RODRIGUES, L., RODRÍGUEZ-DURÁN, A., RYDELL, J., VILLEGAS-PATRACA, R. & VOIGT, C. C. (2016): Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective. – In: VOIGT, C. C. & KINGSTON, T. (Hrsg.): *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Springer: 295-323.
- ARNETT, E. B., HAYES, J. P. & HUSO, M. M. P. (2006): Patterns of pre-construction bat activity at a proposed wind facility in south-central Pennsylvania. Annual Report Prepared for the Bats and wind energy cooperative, 46 S.
- BACH, L. & RAHMEL, U. (2006): Fledermäuse und Windenergie – ein realer Konflikt? *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 26 (1): 47-52.
- BACH, L., BACH, P., TILLMANN, M. & ZUCCHI, H. (2012): Fledermausaktivität in verschiedenen Straten eines Buchenwaldes in Nordwestdeutschland und Konsequenzen für Windenergieplanungen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 128: 147-158.
- BAERWALD, E. F., D'AMOURS, G. H., KLUG, B. J. & BARCLAY, R. M. R. (2008): Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18 (16): 695-696.
- BAERWALD, E. F., EDWORTHY, J., HOLDER, M. & BARCLAY, R. M. R. (2009): A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. *Journal of Wildlife Management* 73 (7): 1077-1081.
- BARCLAY, R. M. R., BAERWALD, E. F. & RYDELL, J. (2017): Bats. – In: PERROW, M. R. (Hrsg.): *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Vol. 1: Onshore: Potential Effects. Pelagic Publishing, Exeter: 191-221.
- BAT CONSERVATION TRUST (2007): Micro-turbine bat mortality incidents, received by the Bat Conservation Trust. London, 1 S.
- BAT CONSERVATION TRUST (2009): Microgeneration Schemes: Risks, Evidence and Recommendations. London, 3 S.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (Hrsg.) (2017): Arbeitshilfe Fledermausschutz und Windkraft Teil 1: Fragen und Antworten. Fachfragen des bayerischen Windenergie-Erlasses. Augsburg, 25 S.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (Hrsg.) (2017): Arbeitshilfe Fledermausschutz und Windkraft Teil 2: Verringerung des Kollisionsrisikos. Fachfragen des bayerischen Windenergie-Erlasses. Augsburg, 27 S.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (Hrsg.) (2017): Arbeitshilfe Fledermausschutz und Windkraft Teil 3: Schlussfolgerungen aus dem Gondelmonitoring. Fachfragen des bayerischen Windenergie-Erlasses. Augsburg, 20 S.
- BEHR, O., BRINKMANN, R., HOCHRADEL, K., HURST, J., MAGES, J., KORNER-NIEVERGELT, F., REERS, H., SIMON, R., STILLER, F., WEBER, N. & NAGY, M. (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), 416 S.
- BRINKMANN, R. (2004): Welchen Einfluss haben Windkraftanlagen auf jagende und wandernde Fledermäuse in Baden-Württemberg? – In: AKADEMIE FÜR NATUR- UND UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): *Windkraftanlagen – eine Bedrohung für Vögel und Fledermäuse? Tagungsführer der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg* 15: 38-64.
- BRINKMANN, R. (2005): Positionspaper: Querungshilfen für Fledermäuse – Schadensbegrenzung bei der Lebensraumzerschneidung durch Verkehrsprojekte. *Nyctalus N.F.* 10 (1): 76-78.

- BRINKMANN, R. (2006): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse. Naturschutz-Info 2+3: 67-69.
- BRINKMANN, R., SCHAUER-WEISSHAHN, H. & BONTADINA, F. (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. – Regierungspräsidium Freiburg (Auftrag.): 66 S. (unveröffentlicht).
- BRINKMANN, R., BEHR, O., NIERMANN, I. & REICH, M. (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen: Ergebnisse eines Forschungsvorhabens. Umwelt und Raum 4, 457 S.
- BRINKMANN, R., KEHRY, L., KÖHLER, C., SCHAUER-WEISSHAHN, H., SCHORCHT, W. & HURST, J. (2016): Raumnutzung und Aktivität des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) in einem Paarungs- und Überwinterungsgebiet bei Freiburg (Baden-Württemberg). – In: HURST, J., BIEDERMANN, M., DIETZ, C., DIETZ, M., KARST, I., KRANNICH, E., PETERMANN, R., SCHORCHT, W. & BRINKMANN, R. (2016): Fledermäuse und Windkraft im Wald: Überblick über die Ergebnisse des Forschungsvorhabens. F+E-Vorhaben (FKZ 3512 84 0201) "Untersuchungen zur Minderung der Auswirkungen von WKA auf Fledermäuse, insbesondere im Wald". Naturschutz und Biologische Vielfalt 153: 278-326.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2011): Windkraft über Wald. Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz, 8 S.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN) (2016): FFH-VP-Info: Fachinformationssystem zur FFH-Verträglichkeitsprüfung, www.ffh-vp-info.de.
- CRYAN, P. M., GORRESEN, P. M., HEIN, C. D., SCHIRMACHER, M. R., DIEHL, R. H., HUSO, M. M., HAYMAN, D. T. S., FRICKER, P. D., BONACCORSO, F. J., JOHNSON, D. H., HEIST, K. & DALTON, D. C. (2014): Behavior of bats at wind turbines. PNAS 111 (42): 15126-15131.
- DÜRR, T. & BACH, L. (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. (2004): Beobachtungsergebnisse über Totfunde von Vögeln und Fledermäusen an Windenergieanlagen am Beispiel des Ostalbkreises. – In: Windkraftanlagen – eine Bedrohung für Vögel und Fledermäuse? Tagungsführer der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 15: 5-23.
- DÜRR, T. (2008): Fledermausverluste als Datengrundlage für betriebsbedingte Abschaltzeiten von Windenergieanlagen in Brandenburg. Nyctalus (N.F.) 13 (2/3): 171-176.
- DÜRR, T. (2015): Einschätzung der artenschutzrechtlichen Betroffenheit der im Land Brandenburg vorkommenden Fledermausarten bei der Errichtung und Inbetriebnahme von WEA. Stand vom: 10.03.2014. 20 S. (unveröffentlicht).
- DÜRR, T. (2021): Fledermausverluste an Windenergieanlagen – Daten aus der zentralen Fundkartei der staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Stand: 07.05.2021.
- EUROBATS (2006a): Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations: Draft guidelines for the planning process and impact assessments; 11th Meeting of the Advisory Committee, City of Luxembourg, Luxembourg, 8 – 10 May 2006: 30 S. (unveröffentlicht).
- EUROBATS (2006b): Wind Turbines and Bats: Guidelines for the planning process and impact assessments (Version 1.0, September 2006). 5th Session of the Meeting of Parties Ljubljana, Slovenia, 4 – 6 September 2006. Resolution 5.6 Wind Turbines and Bat Populations: 28 S. (unveröffentlicht).
- EUROBATS (2014): Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations, 9th Meeting of the Standing Committee, 19th Meeting of the Advisory Committee, Heraklion, Greece, 7.-10. April 2014: 26 S. (unveröffentlicht).

- EUROBATS (2015): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – publication Series No. 6, 133 p.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2012): Entwicklung der Windenergie und Natura 2000. Leitfaden. (unveränderte deutsche Übersetzung), 133 S.
- GEMEINSAME BEKANNTMACHUNG DER BAYERISCHEN STAATSMINISTERIEN DES INNERN, FÜR BAU UND VERKEHR, FÜR BILDUNG UND KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST, DER FINANZEN FÜR LANDESENTWICKLUNG UND HEIMAT, FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE, FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN SOWIE FÜR GESUNDHEIT UND PFLEGE vom 19. Juli 2016: Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) (Windenergie-Erlass - BAYWEE). München, Allgemeines Ministerialblatt Nr. 10/2016, S. 1642-1672.
- GRODSKY, S. M., BEHR, M. J., GENDLER, A., DRAKE, D., DIETERLE, B. D., RUDD, R. J. & WALRATH, N. L. (2011): Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy* 92 (5): 917-925.
- HARTMANN, S., HOCHRADEL, K., GREULE, S., GÜNTHER, F., REERS, H., LÜDTKE, B. & BRINKMANN, R. (2021a): Experimentelle Untersuchung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Kleinwindenergieanlagen. *Natur und Landschaft* 96: 338-345.
- HARTMANN, S., GÜNTHER, F., LÜDTKE, B., HOCHRADEL, K., SCHAUER-WEISSHAHN, H. & BRINKMANN, R. (2021b): Berücksichtigung von Fledermäusen bei der Errichtung von Kleinwindenergieanlagen – Ein Experiment in Süddeutschland. *BfN-Skripten* 604, 69 S.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ UND HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND LANDESENTWICKLUNG (2012). Leitfaden Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei der Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) in Hessen. Wiesbaden, 76 S.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (HMUKLV) & HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE, VERKEHR UND WOHNEN (HMWEVW) (2020): Verwaltungsvorschrift (VwV) „Naturschutz/Windenergie“, 98 S.
- HÖTKER, H., THOMSEN, K.-M. & KÖSTER, H. (2005): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und Fledermäuse. Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. *BfN-Skripten* 142, Bonn – Bad-Godesberg, 83 S.
- HURST, J., BALZER, S., BIEDERMANN, M., DIETZ, C., DIETZ, M., HÖHNE, E., KARST, I., PETERMANN, R., SCHORCHT, W., STECK, C. & BRINKMANN, R. (2015): Erfassungsstandards für Fledermäuse bei Windkraftprojekten in Wäldern. Diskussion aktueller Empfehlungen der Bundesländer. *Natur und Landschaft* 90 (4): 157-169.
- HURST, J., BIEDERMANN, M., DIETZ, C., DIETZ, M., KARST, I., KRANNICH, E., PETERMANN, R., SCHORCHT, W. & BRINKMANN, R. (2016): Fledermäuse und Windkraft im Wald: Überblick über die Ergebnisse des Forschungsvorhabens. F+E-Vorhaben (FKZ 3512 84 0201) "Untersuchungen zur Minderung der Auswirkungen von WKA auf Fledermäuse, insbesondere im Wald". *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 153: 17-65.
- HURST, J., BIEDERMANN, M., DIETZ, C., DIETZ, M., REERS, H., KARST, I., PETERMANN, R., SCHORCHT, W. & BRINKMANN, R. (2020): Windkraft im Wald und Fledermausschutz: Überblick über den Kenntnisstand und geeignete Erfassungsmethoden und Maßnahmen. – In: VOIGT, C.C. (Hrsg.): *Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben*. Springer Spektrum, Berlin: 29-54.
- HUSO, M. (2008): A comparison of estimators of bat (and bird) mortality at wind power generation facilities. – Vortrag auf dem Bats & Windenergy Cooperative Workshop 8.-10.01.2008, BCI, Austin, Texas, USA: <http://www.energetics.com/bwecworkshop2008/agenda.html>.

- ILLNER, H. (2012): Kritik an den EU-Leitlinien „Windenergie-Entwicklung und Natura 2000“, Herleitung vogelartspezifischer Kollisionsrisiken an Windenergieanlagen und Besprechung neuer Forschungsarbeiten. Eulen-Rundblick 62: 83-100.
- ITTERMANN, L. (2012): Erste Ergebnisse dreijähriger Schlagopfersuche unter Windenergieanlagen im Landkreis Oder-Spree in Ost-Brandenburg. Nyctalus (N.F.) 7 (1/2): 96-103.
- KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R., NIEMANN, I. & BEHR, O. (2013): Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. PloS One 8 (7): e67997.
- KRETZSCHMAR, F., BRINKMANN, R. & MAYER, K. (2006): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – Ergebnisse aus dem Regierungsbezirk Freiburg mit einer Handlungsempfehlung für die Praxis. – Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.): 20 S.
- KUGELSCHAFTER, K. (2013): Windenergie: "Schlagende Argumente" für den Artenschutz: Positionspapier von Fledermaus-Experten. Naturschutz und Landschaftsplanung 45 (2): 62-63.
- KUSENBACH, J. (2005): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse. Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen 42 (2): 56-61.
- LAMBRECHT, H. & TRAUTNER, J. (2007): Fachinformationssystem und Fachkonventionen zur Bestimmung der Erheblichkeit im Rahmen der FFH-VP. – Endbericht zum Teil Fachkonventionen, Schlusstand Juni 2007. FuE-Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz - FKZ 804 82 004 [unter Mitarb. von KOCKELKE, K., STEINER, R., BRINKMANN, R., BERNOTAT, D., GASSNER, E. & KAULE, G.]. – Hannover, Filderstadt, 239 S.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (LANU) (Hrsg.) (2008): Empfehlungen zur Berücksichtigung tierökologischer Belange bei Windenergieplanungen in Schleswig-Holstein. Flintbek, 93 S.
- LANDESAMT FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ IM AUFTRAG DES MINISTERIUMS FÜR UMWELT, ENERGIE, ERNÄHRUNG UND FORSTEN (Hrsg.) (2018): Arbeitshilfe Mopsfledermaus Untersuchungs- und Bewertungsrahmen für die Genehmigung von Windenergieanlagen. 17 S.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN - LUNG MV (2016): Artenschutzrechtliche Arbeits- und Beurteilungshilfe für die Planung und Errichtung von Windenergieanlagen (AAB-WEA) Teil Fledermäuse. Stand: 01.08.2016, 37 S.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, WASSERWIRTSCHAFT UND GEWERBEAUF SICHT RHEINLAND PFALZ (Hrsg.), ISSELBÄCHER, T. (Bearb.) & SIMON, L. (Mitarb.) (2015): Leitfaden. Hinweise zur artenschutzfachlichen Beurteilung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA). Mainz, 12 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2014): Hinweise zur Untersuchung von Fledermausarten bei Bauleitplanung und Genehmigung für Windenergieanlagen. Karlsruhe, 42 S.
- LANDESBETRIEB MOBILITÄT RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.) (2011): Fledermaus-Handbuch LBM – Entwicklung methodischer Standards zur Erfassung von Fledermäusen im Rahmen von Straßenprojekten in Rheinland-Pfalz, Koblenz.
- LANDESBETRIEB STRAßENBAU UND VERKEHR SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) (2011): Fledermäuse und Straßenbau. Arbeitshilfe zur Beachtung der artenschutzrechtlichen Belange bei Straßenbauvorhaben in Schleswig-Holstein. Kiel.
- LEHNERT, L. S., KRAMER-SCHADT, S., SCHÖNBORN, S., LINDECKE, O., NIEMANN, I. & VOIGT, C. C. (2014): Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. PloS One 9 (8): e103106.
- LINDEMANN, C., RUNKEL, V., KIEFER, A., LUKE, A. & VEITH, M. (2018): Abschaltalgorithmen für Fledermäuse an Windenergieanlagen – Eine naturschutzfachliche Bewertung. Naturschutz und Landschaftsplanung 50 (11): 418-425.

- LONG, C. V., FLINT, J. A., LEPPER, P. A. & DIBLE, S. A. (2009): Wind turbines and bat mortality: interactions of bat echolocation pulses with moving turbine rotor blades. Fifth International Conference on Bio-acoustics 2009, 31st March-2nd April 2009, Loughborough. Proceedings of the Institute of Acoustics, 31 (1): 185-192.
- MINDERMANN, J., FUENTES-MONTEMAYOR, E., PEARCE-HIGGINS, J. W., PENDLEBURY, C. J. & PARK, K. J. (2015): Estimates and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites. *Biodivers Conserv* 24: 467-482. DOI: 10.1007/s10531-014-0826-z.
- MINDERMANN, J., PENDLEBURY, C. J., PEARCE-HIGGINS, J. W. & PARK, K. J. (2012): Experimental evidence for the effect of small wind turbine proximity and operation on bird and bat activity. *PloS One* 7: e41177. *New Zealand Journal of Zoology* 40 (1): 63-74.
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT, NATUR UND DIGITALISIERUNG, DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (MELUND) & LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (LLUR) (2017): Integration artenschutzrechtlicher Vorgaben in Windkraftgenehmigungen nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG). 29 S.
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT, NATUR UND DIGITALISIERUNG DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (MELUND) (2020): Anforderungen an die Bestandserfassung und Konfliktbewertung im Hinblick auf das Tötungsverbot bei der Errichtung von Windenergieanlagen (WEA) mit einem unteren Rotordurchgang kleiner als 30 m und einem Rotordurchmesser größer als 100 m. Erlass vom 8.7.2020.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (MUGV BB) (2011): Beachtung naturschutzfachlicher Belange bei der Ausweisung von Windeignungsgebieten und bei der Genehmigung von Windenergieanlagen. Erlass vom 01.01.2011, 5 S.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (MUGV BB) (2018): Beachtung naturschutzfachlicher Belange bei der Ausweisung von Windeignungsgebieten und bei der Genehmigung von Windenergieanlagen. Erlass vom 01.01.2011, Anlage 1: Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg (TAK). Stand: 15.09.2018, 13 S.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (MUGV BB) (2010): Beachtung naturschutzfachlicher Belange bei der Ausweisung von Windeignungsgebieten und bei der Genehmigung von Windenergieanlagen. Erlass vom 01.01.2011, Anlage 3: Handlungsempfehlung zum Umgang mit Fledermäusen bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Brandenburg. Stand: 13.12.2010, 6 S.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND ENERGIE SACHSEN-ANHALT (Hrsg.) (2018): Leitfaden Artenschutz an Windenergieanlagen in Sachsen-Anhalt. Magdeburg, 47 S.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MULNV) (Hrsg.) (2017): Leitfaden „Umsetzung des Arten- und Habitatschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Nordrhein-Westfalen.“ (in der Fassung der 1. Änderung vom 10.11.2017). Düsseldorf, 65 S.
- MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, KLIMASCHUTZ, ENERGIE UND LANDESPLANUNG, MINISTERIUM DER FINANZEN, MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG, WEINBAU UND FORSTEN, MINISTERIUM DES INNERN, FÜR SPORT UND INFRASTRUKTUR RHEINLAND-PFALZ (2013): Hinweise für die Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung von Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz (Rundschreiben Windenergie). 51 S.
- MÜLLER, J. (2014): Fledermäuse im Wald - neue Gefahren durch Windkraft. *ANLiegen Natur* 36 (1): 36-38.
- MÜLLER, J., BRANDL, R., BUCHNER, J., PRETZSCH, H., SEIFERT, S., STRÄTZ, C., VEITH, M. & FENTON, B. (2013): From ground to above canopy – Bat activity in mature forests is

- driven by vegetation density and height. *Forest Ecology and Management* 306: 179-184.
- NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG (NLT) (2014): Naturschutz und Windenergie. Arbeitshilfe Naturschutz und Windenergie – Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen. 5. Auflage, Stand Oktober 2014, 37 S.
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (NMUEK) (2016): Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land (Windenergieerlass). Niedersächsisches Ministerialblatt Nr. 7 vom 24.02.2016: S. 190.
ANLAGE 1: Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land in Niedersachsen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung. Niedersächsisches Ministerialblatt Nr. 7 vom 24.02.2016.
Anlage 2: Leitfaden „Umsetzung des Artenschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Niedersachsen“ Niedersächsisches Ministerialblatt Nr. 7 vom 24.02.2016.
- PARK, K. J., TURNER, A. & MINDERMAN, J. (2013): Integrating applied ecology and planning policy: the case of micro-turbines and wildlife conservation. *Journal of Applied Ecology* 50 (1): 199-204.
- PETERMANN, R. (Hrsg.) (2020): Fledermausschutz in Europa III – Entschließungen der 7. und 8. Tagung der Vertragsparteien von EUROBATS und Berichte zum Fledermausschutz in Deutschland 2010-2017. BfN-Skripten 573, 488 S.
- PIELA, A. (2010): Tierökologische Abstandskriterien bei der Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg (TAK): ein Beitrag zur Konfliktbewältigung im Spannungsfeld Vogel- und Fledermausschutz – Windenergie. *Natur und Landschaft* 85 (2): 51-60.
- RAHMEL, U., BACH, L., BRINKMANN, R., LIMPENS, H. & ROSCHEN, A. (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse – Hinweise zur Erfassungsmethodik und planerischen Aspekten. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 7: 265-271.
- REICHENBACH, M., BRINKMANN, R., KOHNEN, A., KÖPPEL, J., MENKE, K., OHLENBURG, H., REERS, H., STEINBORN, H. & WARNKE, M. (2015): Bau- und Betriebsmonitoring von Windenergieanlagen im Wald. Abschlussbericht 30.11.2015. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (unveröff.).
- REINHARD, H. & GÜNTHER, A. (2013): Kleinwindenergieanlagen und Fledermäuse: Gefahrenabschätzung und artenschutzrechtliche Aspekte. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 45 (2): 53-59.
- RICHARZ, K. (2014): Energiewende und Naturschutz. Windenergie im Lebensraum Wald. Statusreport und Empfehlungen. Deutsche Wildtier Stiftung, Hamburg, 71 S.
- RICHARZ, K., HORMANN, M., WERNER, M., SIMON, L., WOLF, T., STÖRGER, L. & BERBERICH, W. (2012): Naturschutzfachlicher Rahmen zum Ausbau der Windenergienutzung in Rheinland-Pfalz – Artenschutz (Vögel, Fledermäuse) und NATURA 2000-Gebiete, erstellt von Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und das Saarland & Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Verbraucherschutz, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz. 145 S.
- RODRIGUES, L., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., GOODWIN, J. & HARBUSCH, C. (2008): Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten. EUROBATS Publication Series No. 3 (deutsche Fassung). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 57 S.
- RODRIGUES, L., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., KARAPANDZA, B., KOVAC, D., KERVYN, T., DEKKER, J., KEPEL, A., BACH, P., COLLINS, J., HARBUSCH, C., Park, K., MICEVSKI, B. & MINDERMAN, J. (2015): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects Revision 2014. – EUROBATS Publication Series No. 6. – UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 124 S.

- ROELEKE, M., BLOHM, T., KRAMER-SCHADT, S., YOVEL, Y. & VOIGT, C. C. (2016): Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. *Scientific Reports* 6: 28961, DOI 10.1038/srep28961.
- RYDELL, J., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.J., GREEN, M., RODRIGUES, L. & HEDENSTRÖM, A. (2010): Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropter* 12: 261-274.
- SCOTTISH NATURAL HERITAGE (2009): *Micro renewables and the natural heritage*. Inverness, 10 S.
- SEICHE, K., ENDL, P. & LEIN, M. (2007): Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen: Ergebnisse einer landesweiten Studie 2006. *Nyctalus*, Neue Folge, 12 (2/3): 170-181.
- SEICHE, K., ENDL, P. & LEIN, M. (2008): Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bundesverband WindEnergie e. V., Vereinigung zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien e. V. (Hrsg.) (2008), 62 S.
- STAATLICHE VOGELSCHUTZWARTE FÜR HESSEN, RHEINLAND-PFALZ UND DAS SAARLAND; LANDESAMT FÜR UMWELT, WASSERWIRTSCHAFT UND GEWERBEAUF SICHT RHEINLAND-PFALZ; MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG, WEINBAU UND FORSTEN (Hrsg.) (2012): *Naturschutzfachlicher Rahmen zum Ausbau der Windenergienutzung in Rheinland-Pfalz*. Artenschutz (Vögel, Fledermäuse) und NATURA 2000-Gebiete. 145 S.
- STAATLICHE VOGELSCHUTZWARTE FÜR HESSEN, RHEINLAND-PFALZ UND DAS SAARLAND; LANDESAMT FÜR UMWELT- & ARBEITSSCHUTZ SAARLAND IM AUFTRAG DES MINISTERIUMS FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ SAARLAND (2013): *Leitfaden zur Beachtung artenschutzrechtlicher Belange beim Ausbau der Windenergienutzung im Saarland betreffend die besonders relevanten Artengruppen der Vögel und Fledermäuse*. 112 S.
- THOMSEN, K.-M., HARTMANN, S., REERS, H., SCHAUER-WEISSHAHN, H., LÜDTKE, B., REINHARD, H., HOCHRADEL, K., BRINKMANN, R., EVERS, A., SCHMIDT, L., SOHLER, J., KORNER-NIEVERGELT & HÖTKER, H. (2020): Berücksichtigung von Artenschutzbelangen bei der Errichtung von Kleinwindenergieanlagen. *BfN-Skripten* 550, Bonn-Bad-Godesberg, 122 S.
- THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (TLUG) (2015): *Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Fledermausschutzes bei der Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) in Thüringen, im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Umwelt, Energie und Naturschutz*, 121 S.
- TUTTLE, M. D. (2005): Battered by harsh winds, must bats pay the price for wind energy? *Bats*, Volume 23, No. 3: 1-6.
- VOIGT, C. (Hrsg.) (2020): *Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben*. Springer Spektrum, Berlin, 178 S.
- VOIGT, C. C., LEHNERT, L. S., PETERSONS, G., ADORF, F. & BACH, L. (2015): Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. *European Journal of Wildlife Research* 61 (1), DOI: 10.1007/s10344-015-0903-y.
- VOIGT, C. C., POPA-LISSEANU, A. G., NIERMANN, I. & KRAMER-SCHADT, S. (2012): The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international regulations. *Biological Conservation* 153: 80-86.
- ZAHN, A., LUSTIG, A. & HAMMER, M. (2014): Potenzielle Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermauspopulationen. *ANLiegen Natur* 36 (1): 21-35.

17.7. Anhänge

Anhang 17-1: Totfundzahlen von Fledermausarten an WEA (an Land)

Anhang 17-2: Einschätzung des Tötungsrisikos von Fledermausarten an WEA (an Land)

Anhang 17-3: Interpretation der Totfundzahlen vor dem Hintergrund der Häufigkeit der Arten
in Deutschland

Anhang 17-1: Totfundzahlen von Fledermausarten an WEA

Totfunde: Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg, T. Dürr, Stand v. 07.05.2021																																						
Art	Totfunde Deutschland														Totfunde Europa											D. ges.	EU ges.	D+EU										
	BB	ST	SN	TH	MV	SH	NI	HB	NW	RP	HE	BW	BY	SL	HH	AT	BE	CH	HR	CZ	ES	DK	EE	FI	FR				GR	IT	LV	NL	NO	PT	PL	RO	SE	GB
Großer Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	669	176	164	32	42	5	138	3	9	3		7	4			1252	46	1			31	1				104	10				2	17	76	14	11	313	1565	
Kleinabendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	29	67	13	19	1		22		6	16	1	18	3			195			1	4	3	15				153	58	2			273	5	10			524	719	
Rauhautfledermaus <i>Pipistrellus nathusii</i>	389	264	110	59	40	11	175		5	15	2	21	23		1	1115	13	6	6	17	7		2			276	35	1	23	10			16	90	5	1	508	1623
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	171	78	68	30	26	9	102	1	44	39	8	173	9			758	2	28	6	5	16	211				1012		1		15	323	5	6	1	46	1677	2435	
Mückenfledermaus <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	78	46	6	4	6		4					5				149	4			1	2					176			1			42	1	5	18	52	302	451
Weißrandfledermaus <i>Pipistrellus kuhlii</i>																0				144		44				219	1				51		10			469	469	
Alpenfledermaus <i>Hypsugo savii</i>		1														1	1			137		50				57	28	12			56		2			343	344	
Zweifelfledermaus <i>Vespertilio murinus</i>	57	27	25	11	1		13			3	1	6	6			150	2	1		17	6					11	1		1			9	15	2		65	215	
Nordfledermaus <i>Eptesicus nilssonii</i>			3		1							2				6	1			1			2	6					13		1		1	1	13		39	45
Breitflügel-Fledermaus <i>Eptesicus serotinus</i>	22	6	11	3	1	1	18		2		2	2				68	1				11	2				34	1			2			3	1		55	123	
Langflügel-Fledermaus <i>Miniopterus schreibersii</i>																0						2				7					4					13	13	
Teichfledermaus <i>Myotis dasycneme</i>						1	2									3																					0	3
Mopsfledermaus <i>Barbastella barbastellus</i>							1									1						1				4										5	6	
Kleine Bartfledermaus <i>Myotis mystacinus</i>											2		1			3										1	1									2	5	
Große Bartfledermaus <i>Myotis brandtii</i>	1	1														2																				0	2	
Nymphenfledermaus <i>Myotis alcathoe</i>																0																				0	0	
Graues Langohr <i>Plecotus austriacus</i>	5	2	1													8	1																			1	9	
Braunes Langohr <i>Plecotus auritus</i>	3	1		1	1		1									7																		1		1	8	
Großes Mausohr <i>Myotis myotis</i>		1	1													2						2				3										5	7	
Wasserfledermaus <i>Myotis daubentonii</i>	2	2	2		1	1										8										1				2						3	11	
Wimperfledermaus <i>Myotis emarginatus</i>																0					1					3				1						5	5	
Bechsteinfledermaus <i>Myotis bechsteinii</i>																0										1										1	1	
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>		1					1									2																	1		1		3	
Große Hufeisennase <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>																0						1														1	1	
Kleine Hufeisennase <i>Rhinolophus hipposideros</i>																0																				0	0	
Summe:																3730												8063										

Anhang 17-3: Interpretation infrastrukturbedingter Totfundzahlen von Fledermäusen an WEA in Deutschland

Wie in Kap. 4.1 des Grundlagenteils bereits dargelegt, muss bei der Ableitung artspezifischer Risiken aus ermittelten Totfundzahlen u. a. die Häufigkeit der Arten in Deutschland berücksichtigt werden. Die nachfolgende Tabelle soll hierfür einen nachvollziehbaren Rahmen bieten, der die vorgenommene Interpretation der Daten transparent macht.

Für die Fundzahlen in Deutschland wurden hierfür die jeweiligen Häufigkeitseinstufungen der Arten in der Roten Liste herangezogen (MEINIG et al. 2020). Dabei bedeutet in den Spaltenüberschriften im Tabellenkopf sh = sehr häufig, h = häufig, mh = mäßig häufig, s = selten, ss = sehr selten, es = extrem selten, ex = ausgestorben oder verschollen.

Es wurde davon ausgegangen, dass eine Eichung zum einen vorhabentypspezifisch erforderlich ist, zum anderen aber auch die jeweiligen Klassengrenzen in Abhängigkeit von den insgesamt ermittelten Eingangsdaten bzw. Gesamttotfundzahlen skaliert werden müssen. Da z. B. die Anzahl der registrierten Totfunde von Fledermäusen an Windenergieanlagen (ca. 3.700) insgesamt deutlich höher ist als die an Straßen (ca. 550), müssen die Fundzahlen (in Klammer hinter dem Artnamen) tendenziell niedriger bewertet werden. Daher wurden die Skalierungen entsprechend angepasst. Letztlich wurde versucht, alle Skalierungen auch im Hinblick auf die Ökologie der Arten und v. a. hinsichtlich des bekannten Risikos von Arten zu eichen und plausibel auszugestalten.

In den Zeilenbeschriftungen für die Einschätzung des Tötungsrisikos bedeutet 1 (sh) = sehr hoch, 2 (h) = hoch, 3 (m) = mittel, 4 (g) = gering und 5 (sg) = sehr gering. Aus der Einordnung der Totfunde einer Art im – die Häufigkeit der Arten berücksichtigenden Klassensystem – lassen sich somit Hinweise auf das artspezifische Kollisionsrisiko einer Art an einem Vorhabentyp ableiten. Diese Einschätzung wird in den maßgeblichen Anhängen zur Bewertung des vorhabentypspezifischen Tötungsrisikos der Arten durch entsprechende Einfärbung der Totfundzahlen (von rot für sehr hoch bis dunkelgrün für sehr gering) übernommen.

Insgesamt wurden basierend auf einem vergleichbaren Rahmen und Stufungssystem für jede Thematik eigenständige Skalierungen vorgenommen. Im Zuge von etwaigen Fortschreibungen müssten die Klassengrenzen in Abhängigkeit von wachsenden Fundzahlen ggf. nach oben korrigiert werden.

Bei sehr seltenen Arten ist die Aussagekraft der Totfundzahlen nicht sehr hoch, so dass bei diesen Arten die Fundzahlen entweder gar nicht bewertet wurden oder die Bewertung im Rahmen einer Plausibilitätsprüfung modifiziert wurde. Dies gilt z. B. auch für Arten, die sich auf einer Klassengrenze befanden und bei denen andere Faktoren eindeutig für eine entsprechende Auf- oder Abstufung sprachen. Diese Modifikationen sind rot gekennzeichnet und unterhalb der Tabellen findet sich zu der Art eine entsprechende Begründung.

Einschätzung der Totfundzahlen von Fledermäusen an WEA basierend auf der Häufigkeit in Deutschland (bei etwas über 3.700 Totfunden)

	es / ex	ss	s	mh	h	sh
1 (sh)	> 3	> 10	> 25 Kleinabendsegler (195), Zweifarbflieger (150)	> 50 Mückenfledermaus (149), Großer Abendsegler (1252), Breitflügelfledermaus (68)	> 75 Rauhautfledermaus (1115)	> 150 Zwergfledermaus (758)
2 (h)	> 2	> 5 Graues Langohr (8)	> 10	> 25	> 50	> 75
3 (m)	> 1	> 3	> 5 Nordfledermaus (6)	> 10	> 25	> 50
4 (g)	> 0	> 2 Teichfledermaus (3)	> 3	> 5 Braunes Langohr (7)	> 10	> 25
5 (sg)		</= 2 Kleine Hufeisennase (0)	</= 3 Bechsteinfledermaus (0)	</= 5 Kleine Bartfledermaus (3), Große Bartfledermaus (2), Fransenfledermaus (2)	</= 10 Wasserfledermaus (8), Großes Mausohr (2)	</= 25

Anmerkungen zur Einschätzung der Totfundzahlen von Fledermäusen an WEA:

- Für die Zweifarbfledermaus wurde in der Roten Liste Deutschland keine Häufigkeit angegeben. Diese wurde daher hilfsweise basierend auf Angaben von C. Dietz (2014, briefl.) als „selten“ angenommen.
- Langflügelfledermaus, Große Hufeisennase, Alpen-, Wimper-, Mops-, Nymphen- und Weißrandfledermaus wurden nicht eingestuft, da die Verlustzahlen aufgrund der großen Seltenheit der Arten in Deutschland nicht aussagekräftig sind.
- Die Daten zu typischen Waldfledermäusen sind aufgrund bislang relativ weniger Standorte und Untersuchungen von WEA im Wald sowie geringerer Fundwahrscheinlichkeiten im Wald wenig repräsentativ. Daher können hier nur vorläufige Einschätzungen basierend auf den Daten und den ökologischen Kenntnissen zu den Arten vorgenommen werden, die bei Vorliegen etwaiger neuer Erkenntnisse zu aktualisieren wären.