

Schutz von Fledermäusen beim Ausbau der Windenergie

Bewertung der Auswirkungen von Windenergieanlagen der neuen Generation auf das Kollisionsrisiko von Fledermäusen

Kerstin Mammen, Ubbo Mammen und Colette Henrichmann

BfN-Schriften

742

2025



Schutz von Fledermäusen beim Ausbau der Windenergie

Bewertung der Auswirkungen von Windenergieanlagen der neuen Generation auf das Kollisionsrisiko von Fledermäusen

Kerstin Mammen

Ubbo Mammen

Colette Henrichmann

Impressum

Titelbild: oben: Blick aus der Gondel einer WEA (ÖKOTOP GbR), unten: Abendsegler als Kollisionsopfer unter einer WEA in Sachsen-Anhalt (ÖKOTOP GbR)

Adressen der Autorinnen und Autoren:

Kerstin Mammen ÖKOTOP GbR
Ubbo Mammen Willy-Brandt-Straße 44/1, 06110 Halle (Saale)
Colette Henrichmann E-Mail: info@oekotop-halle.de

Unter Mitarbeit von:

Raika Bethke, Paul Ende, Lorenz Mammen, Claudia Trouillier, Jan Watzema

Projektleitung:

Rainhard Raab TB Raab GmbH Technisches Büro für Biologie Mag. Dr. Rainer Raab
Quadenstraße 13, 2232 Deutsch-Wagram, Österreich
E-Mail: rainer.raab@tbraab.at

In Zusammenarbeit mit:

Maik Sommerhage TB Raab GmbH Technisches Büro für Biologie Mag. Dr. Rainer Raab
Martin Schnell TNL Umweltplanung Frank Bernshausen e. K.
Daniel Laux Raiffeisenstraße 7
Dr. Rahel Borrmann 35410 Hungen
E-Mail: mail@tnl-umwelt.de

Fachbetreuung im BfN:

Asja Weber Fachgebiet II 4.3 „Naturschutz und erneuerbare Energien“

Förderhinweis:

Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (FKZ: 3519860700).

Zitiervorschlag:

Mammen, K., Mammen, U., Henrichmann, C. (2025): Schutz von Fledermäusen beim Windenergieausbau. Bewertung der Auswirkungen von Windenergieanlagen der neuen Generation auf das Kollisionsrisiko von Fledermäusen, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). BfN-Schrift 742: 133 S.

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).

BfN-Schriften sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter www.bfn.de/publikationen heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.



Diese Schriftenreihe wird unter den Bedingungen der Creative Commons Lizenz Namensnennung – keine Bearbeitung 4.0 International (CC BY - ND 4.0) zur Verfügung gestellt (creativecommons.org/licenses).

ISBN 978-3-89624-506-9

DOI 10.19217/skr742

Bonn – 2025

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	6
1 Einleitung.....	7
2 Datengrundlagen.....	8
2.1 Datenrecherche.....	8
2.2 Leitfäden der Bundesländer	8
2.3 Workshops	10
3 Betrachtete Windenergieanlagen (WEA) der neuen Generation.....	12
3.1 Große Anlagen > 200 Meter Gesamthöhe / > 140 Meter Nabenhöhe (Offenland/Wald).....	12
3.2 Niedrige Anlagen mit einem Abstand < 50 Meter zwischen Rotorspitze und Vegetation	15
3.3 Große Rotordurchmesser > 90 Meter	19
3.4 Kleinwindenergieanlagen in der Stadt mit < 50 Meter Höhe	22
3.5 Zubau an WEA in den Bundesländern	25
3.6 Ausblick weitere Entwicklung der Windenergieanlagen	29
4 Besonderer Artenschutz und Windenergie	32
4.1 Verbotstatbestände des BNatSchG im Kontext Windenergie	32
4.1.1 Tötungsverbot und Signifikanzschwelle.....	32
4.1.2 Durch WEA ausgelöste Verbotstatbestände im Hinblick auf Fledermäuse	33
4.2 Instrumente der Ebene Landes- und Regionalplanung.....	35
4.3 Instrumente der Ebene Genehmigung.....	36
4.3.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen.....	36
4.3.2 Ausgleichsmaßnahmen	36
4.3.3 Ausnahmen	37
5 Fledermäuse	40
5.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen.....	40
5.1.1 Räumliche Anordnung	40
5.1.2 Anlageneigenschaften.....	42
5.1.3 Vermeidung von Anlockung.....	43
5.1.4 Weglockung	44
5.1.5 Vergrämung	44
5.1.6 Betriebsregulierung	45
5.1.7 Repowering und Rückbau	47
5.2 Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen des besonderen Artenschutzes	48
5.3 Ökologie und Gefährdung windenergiesensibler Arten.....	49
5.3.1 Gefährdung von Fledermäusen durch Kollisionen an WEA	49
5.3.2 Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	60
5.3.3 Kleinabendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	63
5.3.4 Zweifarbfledermaus <i>Vespertilio murinus</i>	66
5.3.5 Rauhaufledermaus <i>Pipistrellus nathusii</i>	69
5.3.6 Mückenfledermaus <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	73
5.3.7 Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	75
5.3.8 Nordfledermaus <i>Eptesicus nilssonii</i>	78
5.3.9 Breitflügelfledermaus <i>Eptesicus serotinus</i>	80

5.3.10	Teichfledermaus <i>Myotis dasycneme</i>	83
5.3.11	Brandtfledermaus <i>Myotis brandtii</i>	85
5.3.12	Bartfledermaus <i>Myotis mystacinus</i>	86
5.3.13	Mopsfledermaus <i>Barbastella barbastellus</i>	88
5.4	Workshop	90
5.4.1	Große Anlagen > 200 Meter Gesamthöhe / > 140 Meter Nabenhöhe (Offen-land/Wald)	90
5.4.2	Niedrige Anlagen mit einem Abstand < 50 Meter zwischen Rotorspitze und Vegetation	91
5.4.3	Große Rotordurchmesser > 90 Meter	92
5.4.4	Kleinwindenergieanlagen in der Stadt < 50 Meter Höhe	93
5.4.5	Genehmigungspraxis bezüglich Windenergieanlagen (WEA)	94
5.5	Naturschutzfachliche Bewertung der vier zu untersuchenden Windenergieanlagentypen	96
5.5.1	Große Anlagen > 200 Meter Gesamthöhe / > 140 Meter Nabenhöhe (Offenland/Wald)	96
5.5.2	Niedrige Anlagen mit einem Abstand < 50 Meter zwischen Rotorspitze und Vegetation	98
5.5.3	Große Rotordurchmesser > 90 Meter	99
5.5.4	Kleinwindenergieanlagen in der Stadt < 50 Meter Höhe	101
5.6	Fallbeispiele	104
5.6.1	Fallbeispiel 1: Kollisionsopfer an WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf	104
5.6.2	Fallbeispiel 2: Windenergienutzung - Berücksichtigung von Belangen des Fledermausschutzes auf Ebene der Regionalplanung	106
5.7	Handlungsempfehlungen	108
5.7.1	WEA-Typen	108
5.7.2	Leitfäden der Bundesländer	111
5.7.3	Forschungsbedarf	115
6	Literaturverzeichnis	117
	Abbildungsverzeichnis	128
	Tabellenverzeichnis	131
	Abkürzungsverzeichnis	133
	Anhang 1 - Fragenkatalog Workshop Fledermäuse	134

Zusammenfassung

Der Ausbau der Windenergie nimmt im Zuge der erforderlichen Energiewende eine zentrale Rolle ein. Die energiepolitischen Ziele des Bundes und der Länder sehen vor, die Windenergie in Zukunft weiter auszubauen, wobei aus Sicht des Artenschutzes der Ausbau naturverträglich stattfinden soll.

Die Vermeidung von Konflikten zwischen dem Ausbau der Windenergie und dem Naturschutz erfordert, insbesondere in den entsprechenden Planungsprozessen, naturverträgliche Standorte zu identifizieren.

Die technische Entwicklung in der Windenergiebranche schreitet parallel stetig mit immer neuen Anlagentypen voran. Hierbei lassen sich für Windenergieanlagen (WEA) vier Grundtypen unterscheiden: sehr hohe Anlagen, Anlagen mit sehr großen Rotoren, Anlagen mit geringem unterem Rotordurchgang sowie Kleinwindenergieanlagen in Siedlung und Siedlungsnähe.

Vor diesem Hintergrund hat das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) mit diesem Fokus neue Entwicklungen ermittelt, dargestellt und aus Naturschutzsicht bewertet. Die Recherchetätigkeiten umfassen Erfahrungsberichte bei Behörden, Projektierern und Planungsbüros sowie aktuelle Literaturlauswertungen zum Forschungs- und Kenntnisstand in der Ökologie von WEA-sensiblen Fledermausarten sowie zu deren Gefährdung durch WEA.

Die im Projekt vorgenommene naturschutzfachliche Bewertung und Risikoanalyse der betrachteten WEA-Typen neuer Generation zeigt, dass die aus deren Bau und Betrieb resultierenden Artenschutzkonflikte im Rahmen des bisherigen Instrumentariums aus Planungspraxis und Genehmigungsrecht nicht hinreichend berücksichtigt werden. Dies liegt einerseits an dem noch fehlenden Wissen zu artenschutzfachlichen Konflikten (z. B. nächtliches Zuggeschehen bei Fledermäusen). Andererseits werden inzwischen als wirksam nachgewiesene Vermeidungsmaßnahmen zu selten angewendet oder kontrolliert, wie z. B. die Abschaltungen für einen fledermausfreundlichen Betrieb. Einige Vermeidungsmaßnahmen sind in ihrer Wirksamkeit noch nicht nachgewiesen oder ausgereift. Generell werden WEA neuerer Generation in der Planungs- und Genehmigungspraxis nicht anders behandelt als „alte“ Anlagentypen. Hinzu kommen starke Unterschiede, wie Artenschutzaspekte in den einzelnen Bundesländern überhaupt berücksichtigt werden.

Endergebnis des Projektes sind ein Forschungsbedarf zur Klärung bislang offener Fragen im Themenfeld Artenschutz und WEA sowie weitere Handlungsempfehlungen.

Die Erarbeitung des Vorhabens wurde im Wesentlichen bereits vor der Änderung des BNatSchG abgeschlossen. Dennoch wurden in einigen Kapiteln (u. a. 4.2, 4.3.3, 5.1.6, 5.7.4) neue Regelungen (Stand 2023) aufgegriffen.

1 Einleitung

Gemäß den Zielsetzungen der Bundesregierung zum Erhalt der biologischen Vielfalt und der naturverträglichen Ausgestaltung der Energiewende ist der Schutz von besonders und streng geschützten Arten eine wichtige Aufgabe. Im Rahmen der Energiewende kommt dem Ausbau der Windenergie an Land eine tragende Rolle zu. Zudem sind Ausbauziele nur erreichbar, indem neue Standorte erschlossen werden. Daher muss auch die Konfliktrichtigkeit für den Naturschutz im Hinblick auf Artenschutz fortlaufend neu bewertet und zielführende Maßnahmen für den Naturschutz getroffen werden.

Die Gefährdung von windenergiesensiblen Fledermäusen hängt maßgeblich von der Wahl des Anlagenstandortes ab. Wie das Konfliktpotenzial mit weiter zu- und abnehmender Anlagenhöhe und größerer Rotorfläche einzuschätzen ist, wurde bisher noch nicht ausreichend beschrieben.

Vor diesem Hintergrund sollte das Vorhaben die potenzielle Gefährdung durch neue Anlagentypen in Verbindung mit den zur Verfügung stehenden Vermeidungsmaßnahmen analysieren und Handlungsoptionen aufzeigen. Gegenstand war dabei vorrangig der Aspekt der betriebsbedingten Gefährdung durch Kollision mit WEA.

Während der durchschnittliche Rotordurchmesser von Windenergieanlagen in Deutschland immer weiter zunimmt, können gleichzeitig verschiedene Turm- und Leistungskonfigurationen konzipiert werden. Je nach gewählter Anlagenkonfiguration kann dann der Abstand zwischen Rotorspitze und Vegetation gering ausfallen. Gleichzeitig gibt es auch bei Kleinwindenergieanlagen diverse Bauformen und -größen auf dem Markt. Somit variiert je nach Anlagentyp die Einflussnahme in die Aktivitätsräume vieler Fledermausarten, was das allgemeine Kollisionsrisiko verändern kann.

Grundlage des Vorhabens war eine bundesweite Recherchearbeit und Informationsbeschaffung. Dabei wurden im Rahmen dieser Studie die bestehenden Regelungen und Empfehlungen in den Länderleitfäden zur Berücksichtigung des besonderen Artenschutzes zusammengefasst. Weiterhin wurden Literaturdaten zu Erkenntnissen zur Ökologie und WEA-spezifischen Gefährdung von Fledermäusen einbezogen. Außerdem wurden Workshops mit Expertinnen und Experten durchgeführt, um bisher nicht veröffentlichte Erkenntnisse sowie Einschätzungen zu Gefährdungsaspekten und Forschungsansätzen zu ermitteln.

Unter Berücksichtigung der Ökologie und des aktuellen Kenntnis- und Forschungsstandes zur Artengruppe Fledermäuse wurden im Hinblick auf das Kollisionsrisiko mögliche Gefährdungsursachen durch die neuen Anlagentypen hinsichtlich Rotordurchmesser, Gesamthöhe (Nabenhöhe) und geringerem unteren Rotordurchlauf in Form einer Risikoanalyse erarbeitet und herausgestellt. Hierzu wurden auch einige (anonymisiert aufgearbeitete) Fallbeispiele zu installierten Schwach- und Starkwindanlagen der neueren Generationen und deren Berücksichtigung von artenschutzrechtlichen Anforderungen (Tötungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG) recherchiert und im Bericht vorgestellt.

Abschließend werden anhand der zusammengetragenen Erkenntnisse hinsichtlich des Artenschutzes der Handlungsbedarf für das BfN bzw. weitere Akteure sowie konzeptionelle Überlegungen zu Forschungsansätzen dargestellt. Redaktionsschluss für die inhaltliche Ausarbeitung war September 2021. Auf die Relevanz der ab Sommer 2022 beschlossenen Änderungen des BNatSchG wird an geeigneter Stelle hingewiesen.

2 Datengrundlagen

2.1 Datenrecherche

Die **Datenrecherche** erfolgte über Fachinformationsdienste wie das Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (KNE) und die Fachagentur Windenergie an Land (FA Wind) sowie bei Behörden, Projektierern und Planungsbüros. Der WEA-Bestand wurde aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) der Bundesnetzagentur (BNetzA) mit Stand vom 21.09.2021 entnommen. Die Auswertung bezieht sich aufgrund des Meldenachlaufs jedoch nur auf die Inbetriebnahmen bis zum Jahresende 2020, für die von einer weitgehend vollständigen Erfassung in der Datenbank des MaStR ausgegangen werden kann. Die aktuellen Totfundzahlen zu den WEA-sensiblen Fledermausarten stammen aus der am Landesamt für Umwelt Brandenburg geführten Datenbank der Schlagopferfunde an WEA (Dürr 2021a, b). Weiterhin stellte das Landesamt für Umwelt Brandenburg (T. Dürr) einen weiter aufgearbeiteten erweiterten Datenbankbestand zur Verfügung, der Daten bis 2019 (Dürr 2019) enthielt.

Parallel erfolgte eine **Literaturauswertung** zum Forschungs- und Kenntnisstand in der Ökologie von WEA-sensiblen Fledermausarten sowie zu deren Gefährdung durch WEA anhand nationaler und internationaler Fachveröffentlichungen (Zeitschriften, Bücher, Forschungsberichte).

2.2 Leitfäden der Bundesländer

Weiterhin wurden im Rahmen dieser Studie die bestehenden Regelungen und Empfehlungen zur Berücksichtigung des besonderen Artenschutzes in den **Länderleitfäden** zur Windenergienutzung recherchiert. Die föderale Struktur Deutschlands bringt es mit sich, dass es sich dabei um sehr viele Quellen handelt, die in unregelmäßigem und uneinheitlichem Turnus fortgeschrieben werden. Entsprechend ist die Aktualität der Leitfäden sehr unterschiedlich, auch existieren in einzelnen Bundesländern bereits neue Fassungen im Entwurf, die jedoch aufgrund der meist sehr langwierigen Abstimmungsprozesse zum Bearbeitungszeitpunkt noch nicht bindend waren.

Die Auflistung in Tab. 1 umfasst die verwendeten Windenergie-Leitfäden der Bundesländer. Diese Zusammenschau wurde aufbauend auf den Länderleitfäden erstellt, die bis Jahresende 2020 verfügbar waren. Neuere Leitfäden aus dem Jahr 2021 konnten noch in Teilen berücksichtigt werden. Das Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende führt dazu eine fortlaufende Aktualisierung (KNE 2021).

Tab. 1: Ausgewertete Leitfäden der Bundesländer bezüglich der Artengruppe Fledermäuse, Stand 2020/2021.

Quellen
Baden-Württemberg
(LUBW) Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2014): Hinweise zur Untersuchung von Fledermausarten bei Bauleitplanung und Genehmigung für Windenergieanlagen. Karlsruhe.
Bayern
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2016): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergieerlass). München.
Bayerisches Landesamt für Umwelt (2017): Arbeitshilfe Fledermausschutz und Windkraft Teil 1: Fragen und Antworten.

Quellen
Brandenburg
Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (2011): Beachtung naturschutzfachlicher Belange bei der Ausweisung von Windeignungsgebieten und bei der Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergieerlass). Potsdam.
Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (2014): Leitfaden des Landes Brandenburg für Planung, Genehmigung und Betrieb von Windkraftanlagen im Wald - unter besonderer Berücksichtigung des Brandschutzes. Potsdam.
Hamburg
Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Abteilung Naturschutz (2014): Hinweise zum Artenschutz in der Bauleitplanung und der baurechtlichen Zulassung. Hamburg.
Hessen
Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz in Hessen (2010): Fachlicher Untersuchungsrahmen zur Erfassung der Fledermausfauna für die naturschutzrechtliche Beurteilung von geplanten Windkraftanlagen.
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Abteilung Forsten und Naturschutz (2012): Leitfaden Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei der Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) in Hessen. Wiesbaden.
Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2014): Konkretisierung der hessischen Schutzanforderungen für die Mopsfledermaus <i>Barbastella barbastellus</i> bei Windenergie-Planungen unter besonderer Berücksichtigung der hessischen Vorkommen der Art, Wiesbaden.
Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) (2021): Gemeinsamer Runderlass des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen; Verwaltungsvorschrift „Naturschutz/Windenergie“.
Mecklenburg-Vorpommern
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2016): Artenschutzrechtliche Arbeits- und Beurteilungshilfe für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen (AAB-WEA), Teil Fledermäuse. Schwerin.
Niedersachsen
Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2016): Leitfaden Umsetzung des Artenschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Niedersachsen. Hannover.
Gemeinsamer Runderlass. d. MU, d. ML, d. MS, d. MW u. d. MI: (2021): Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land in Niedersachsen (Windenergieerlass).
Nordrhein-Westfalen
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV) (2013): Leitfaden „Wirksamkeit von Artenschutzmaßnahmen“ für die Berücksichtigung artenschutzrechtlich erforderlicher Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz & Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2017): Leitfaden „Umsetzung des Arten- und Habitatschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Nordrhein-Westfalen“. Düsseldorf.
Rheinland-Pfalz
Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland & Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (2012): Naturschutzfachlicher Rahmen zum Ausbau der Windenergienutzung in Rheinland-Pfalz – Artenschutz (Vögel, Fledermäuse) und NATURA 2000-Gebiete. Mainz.
Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung, Ministerium der Finanzen, des Ministeriums 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), Mainz.

Quellen
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (2015): Leitfaden - Hinweise zur artenschutzfachlichen Beurteilung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA).
Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (2018): Arbeitshilfe Mopsfledermaus - Untersuchungs- und Bewertungsrahmen für die Genehmigung von Windenergieanlagen, Mainz.
Saarland
Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinlandpfalz und das Saarland & Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarland (2013): Leitfaden zur Beachtung artenschutzrechtlicher Belange beim Ausbau der Windenergienutzung im Saarland betreffend die besonders relevanten Artengruppen der Vögel und Fledermäuse. Saarbrücken.
Sachsen
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2008): Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. Dresden.
Sächsisches Staatsministerium des Innern & Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2011): Gemeinsame Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Zulassung von Windenergieanlagen. Dresden.
Landratsamt Mittelsachsen (2018): Leitfaden Windenergie und Artenschutz im Landkreis Mittelsachsen, Anlage 2: Erfassungsrahmen für fledermauskundliche Untersuchungen im Rahmen von Zulassungsanträgen auf Errichtung und Betrieb sowie Repowering von WEA im Landkreis Mittelsachsen. Freiberg.
Sachsen-Anhalt
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (2018): Leitfaden Artenschutz an Windenergieanlagen in Sachsen-Anhalt. Magdeburg.
Schleswig-Holstein
Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (2008): Empfehlungen zur Berücksichtigung tierökologischer Belange bei Windenergieplanungen in Schleswig-Holstein. Flintbek.
Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume & Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (2017): Integration artenschutzrechtlicher Vorgaben in Windkraftgenehmigungen nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG). Kiel.
Thüringen
Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Umwelt, Energie und Naturschutz (2015): Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Fledermausschutzes bei der Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) in Thüringen. Seebach.
Thüringer Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft (2016): Erlass zur Planung von Vorranggebieten „Windenergie“, die zugleich die Wirkung von Eignungsgebieten haben (Windenergieerlass). Erfurt.

2.3 Workshops

Ziel der Veranstaltungen war es, von den im Fokus des Projektes stehenden Windenergieanlagen-Typen ausgehende Auswirkungen aus Sicht von Expertinnen und Experten zu diskutieren und daraus weiterführend mit den im Rahmen des Projektes erstellten Analysen zur Gefährdungsbeurteilung Lösungsansätze und Handlungsoptionen abzuleiten.

Der Kreis der Teilnehmenden wurde so gestaltet, dass sowohl die Planungspraxis, Behörden und Fachgremien als auch Wissenschaft und Naturschutzverbände vertreten waren. Regionalen Besonderheiten, die durch die bundesländerweise Regelung der Genehmigungspraxis von WEA entstehen, wurde durch eine möglichst breite Streuung der Herkunftsregionen der Teilnehmenden Rechnung getragen.

An jedem Workshoptag wurde nach einem Einführungsvortrag von den Teilnehmenden in moderierter Form ein thematisch strukturierter Fragenkatalog bearbeitet. Anhand des

Fragenkatalogs hatten auch zu den Online-Workshops verhinderte Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Möglichkeit, sich in schriftlicher Form einzubringen.

Am 17.06. und 18.06.2020 fanden die Workshops WEA und Fledermäuse mit 14 externen Expertinnen und Experten statt.

3 Betrachtete Windenergieanlagen (WEA) der neuen Generation

3.1 Große Anlagen > 200 Meter Gesamthöhe / > 140 Meter Nabenhöhe (Offenland/Wald)

Gegenstand der Betrachtung sind hierbei sehr hohe Windenergieanlagen, die sowohl eine Nabenhöhe (NH) > 140 m als auch eine Gesamthöhe (GH) von > 200 m aufweisen. Andere Kombinationen, die bei geringerer Nabenhöhe diese Gesamthöhe überschreiten oder bei zwar höherer Nabenhöhe die Gesamthöhe unterschreiten, gibt es kaum (jeweils nur wenige Fälle im Datensatz). Meist liegen dann beide Werte darunter. Neben älteren WEA, die noch keine entsprechenden Dimensionen aufweisen, fallen hierunter auch zahlreiche WEA, die aufgrund der häufig verhängten baulichen Gesamthöhenbeschränkung auf 200 m mit einer minimal geringeren GH (teils nur um 1 m) konfiguriert wurden, aber dennoch „sehr hoch“ sind. Die Nabenhöhe liegt hier meist bei 130 bis 150 m, um zur Maximierung des Windertrags bei Einhaltung der Höhenbeschränkung noch möglichst große Rotoren in der Höhe einsetzen zu können. Die potenziellen Auswirkungen dieser WEA auf die Fledermausfauna werden hier formal nicht speziell betrachtet, anhand der dargelegten Grundlagendaten (Kap. 5) sind dazu jedoch auch Aussagen ableitbar.

Die durchschnittliche Nabenhöhe von WEA nahm in Deutschland kontinuierlich zu und betrug 2018 bereits 128 m. Windkraftanlagen können inzwischen eine Gesamthöhe von 240 Metern erreichen. Mit höheren Anlagen kann i. d. R. mehr Windleistung erbracht werden. Sie werden nicht mehr nur im Offenland, sondern auch im Wald platziert.

Die mittlere Turmhöhe wuchs im Zeitraum 2014 bis Sept. 2020 um 15 %. Dies zeigt eine Entwicklung zu größeren Anlagen mit höher sitzenden Naben auf, auch wenn dies nicht zwingend mit einer Gesamthöhe von > 200 m einher geht. Auch in der Entwicklung des Zubaus der betrachteten Anlagen spiegelt sich dieser Trend wider. Während bis 2013 so gut wie keine in Betrieb genommene WEA die hier für „sehr hohe WEA“ gesetzten Höhengrenzen in Bezug auf Gesamt- und Nabenhöhe überschritt, stieg der Anteil seit 2014 kontinuierlich an und erreichte seinen bisherigen Höhepunkt 2018 mit einem Anteil von 38 %. Trotz insgesamt geringen Zubaus an WEA in den Jahren 2019 und 2020 blieb der Anteil mit über 30 % sehr hoch (Abb. 1, Abb. 2).

Innerhalb Deutschlands finden sich solche WEA verstärkt im Nordwesten (Nordhälfte NRW, Niedersachsen), aber auch in Hessen, in Teilen Baden-Württembergs sowie in einigen Landkreisen im Nordosten und in Rheinland-Pfalz (Abb. 3). Die Etablierung begann dabei zuerst in einigen der in der Westhälfte Deutschlands gelegenen Schwerpunkträume, während mehr als 75 % des derzeitigen Bestandes an sehr hohen WEA in der Osthälfte des Landes sowie in allen anderen Regionen erst ab 2017 errichtet wurde.

Der Trend zu sehr hohen WEA hält an. Fast die Hälfte (45 %) der in den ersten drei Quartalen 2020 genehmigten Anlagen waren mit Nabenhöhen jenseits von 150 Metern geplant (FA Wind 2020a).

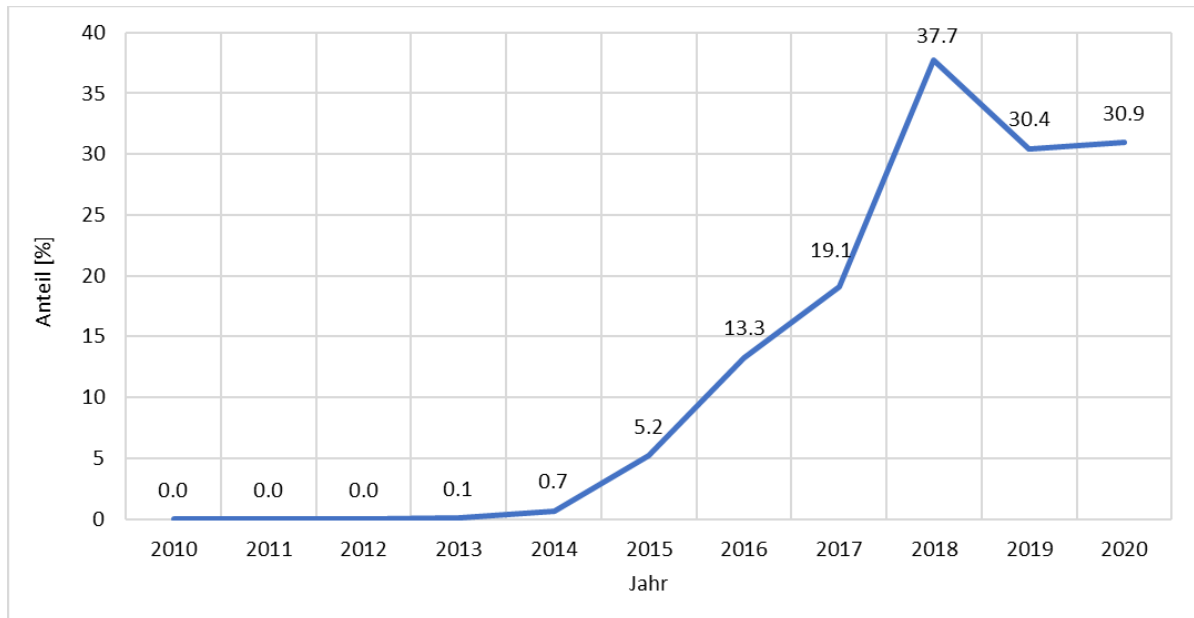


Abb. 1: Anteil des Anlagentyps „sehr hohe WEA“ an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=1.183 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

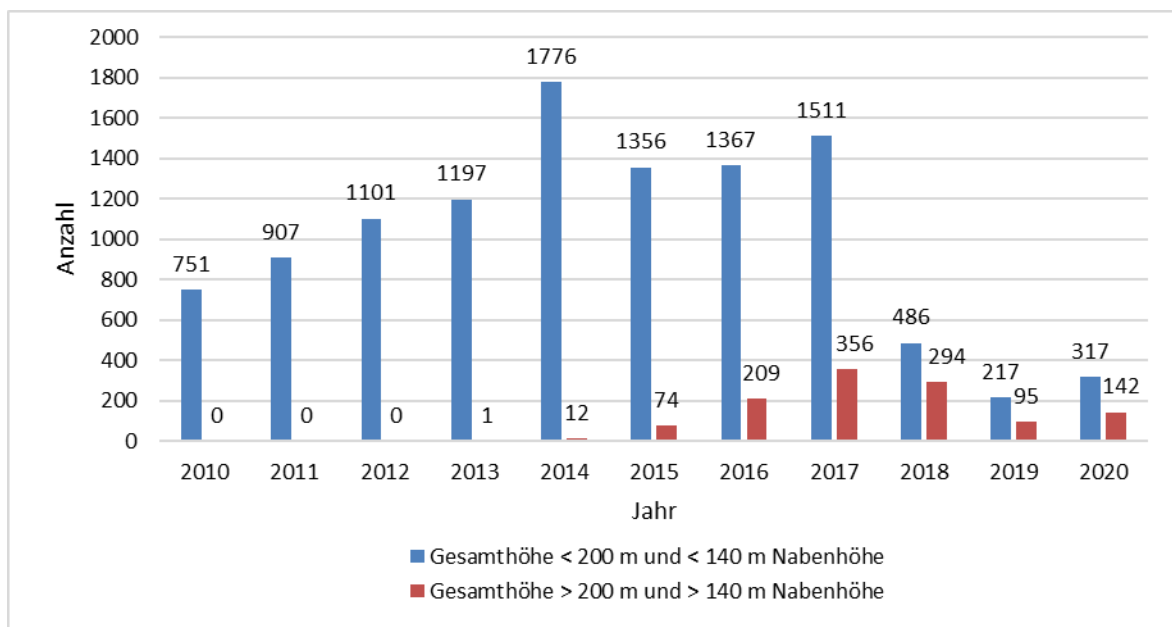


Abb. 2: Anzahl der Inbetriebnahmen des Anlagentyps „sehr hohe WEA“ gegenüber sonstigen Inbetriebnahmen im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=1.183 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

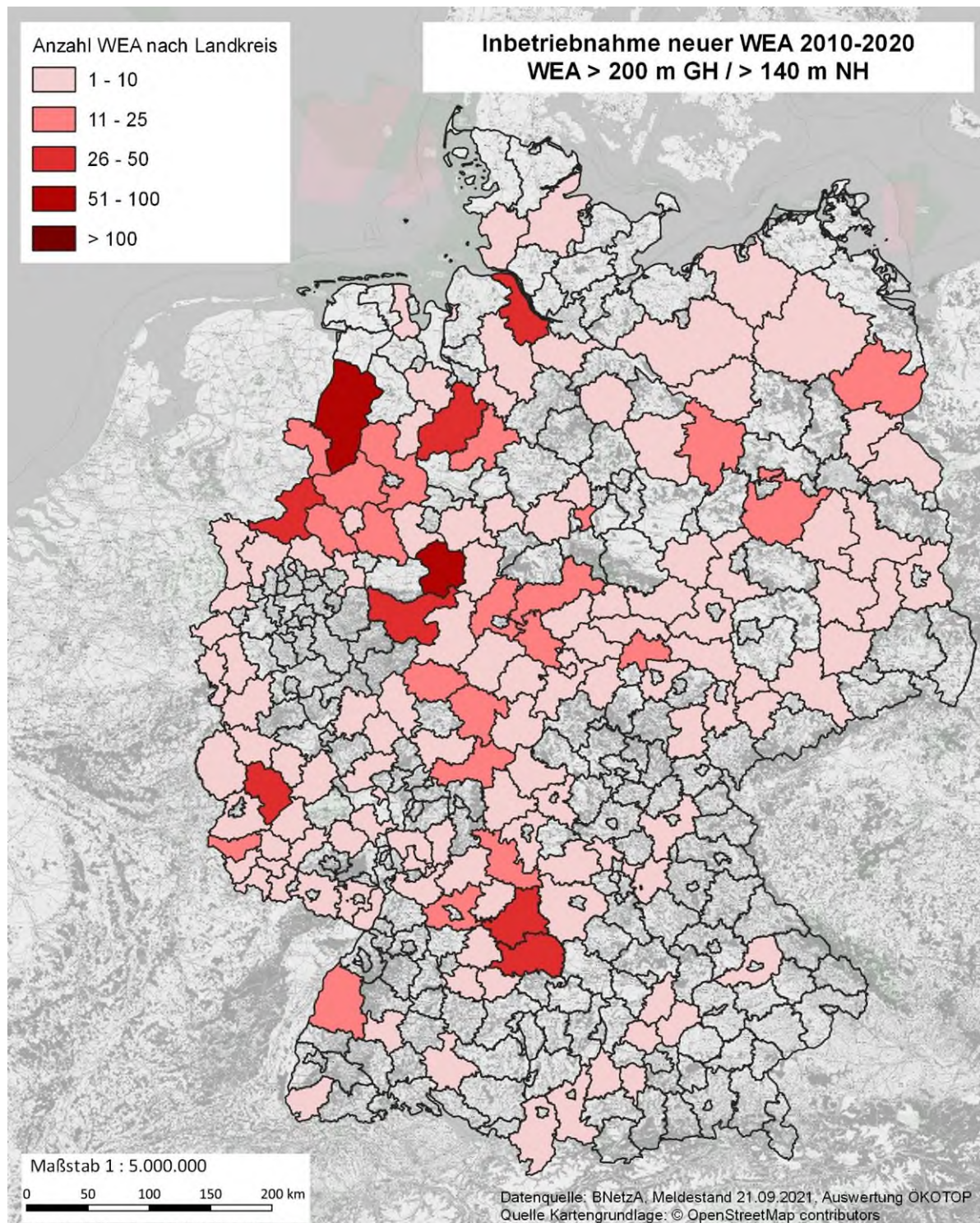


Abb. 3: Inbetriebnahmen des Anlagentyps „sehr hohe WEA“ auf Basis von Landkreisen im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=1.183 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

3.2 Niedrige Anlagen mit einem Abstand < 50 Meter zwischen Rotorspitze und Vegetation

Mit Ausnahme des Jahres 2014 (welches sowohl absolut als auch relativ den Höchststand an Inbetriebnahmen dieses Anlagentyps stellte) sank der Anteil von Anlagen mit geringem unteren Rotordurchlauf an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 – 2016 und ist seitdem mit ca. 20 % in etwa konstant (Abb. 4). Ursächlich dafür ist der Trend zu größeren Anlagen mit höherer Nabenhöhe und größeren Rotoren, was sich bis etwa 2016 auch in einem höheren mittleren Abstand zwischen unterer Rotorspitze und Erdboden manifestierte (Abb. 5). Seitdem sind jedoch sehr große Rotordurchmesser realisierbar, die je nach Anforderungen auf unterschiedlich hohen Türmen installiert werden können.

Dabei gibt es Anlagen-Konfigurationen, bei denen der Abstand zwischen Rotorspitze und Vegetation recht gering ausfallen kann. Außer auf Kleinwindenergieanlagen (KWEA) trifft dies auch für WEA an Schwachwindstandorten zu. Auch bei festgesetzter Gesamthöhenbeschränkung kann ein geringer Abstand zum Boden auftreten, da aus wirtschaftlichen Gründen ein möglichst großer Rotordurchmesser favorisiert wird. Die Anzahl der in Betrieb genommenen WEA dieses Typs ist ebenso wie der Gesamtzubau in den letzten Jahren zurückgegangen (Abb. 6), was sich jedoch nicht in einem geringeren Anteil niederschlägt (Abb. 4).

Enercon bietet aktuell mit dem Typ E-44 ein Modell mit einem Rotordurchmesser von 44 m und einer Nabenhöhe von 45 m an. Dadurch ist ein Abstand von nur 23 m zwischen unterer Rotorspitze und dem Erdboden möglich. Bei der V120-2.2 MW von Vestas sind minimal 20 m Abstand vom Boden möglich. Die N131/3900 bzw. die N131/3600 von Nordex können sogar mit einem Abstand von nur 18,5 m konzipiert werden.

Innerhalb Deutschlands werden WEA mit tief reichenden Rotoren fast überall errichtet, der Schwerpunkt liegt jedoch sehr klar in der Nordhälfte und hier insbesondere in den küstennahen Regionen (Abb. 7).

Auch bei WEA an Waldstandorten kann der Abstand zwischen Vegetation und unterer Rotorspitze gering ausfallen. Dabei beträgt der Abstand zur Vegetationskante bereits bei einem unteren Rotordurchlauf von ca. 70 m nur noch ca. 50 m, d. h. auch höhere WEA rücken in den Fokus der Risikobetrachtung. Da Fledermäuse auch über den Baumwipfeln jagen oder sich über der Kronenschicht fortbewegen, kann vor allem hier erhöhte Kollisionsgefahr bestehen. Möglich ist auf diesem Weg auch der Anflug an WEA-Türme. Ebenso ist jedoch auch der bodennahe Anflug in Lichtungen, ggf. mit Erkundungsflügen vertikal am Turm hinauf, möglich.

Während im Jahr 2010 noch 5 % des jährlichen Zuwachses an WEA im Wald errichtet wurden, erreichte der Anteil im Jahr 2016 mit 23 % einen Höchststand. Seither liegt der prozentuale Anteil der »Wald-Anlagen« am jährlichen Gesamtzubau bei rund 20 % (FA Wind 2020b). Eine räumliche Zuordnung von WEA zu Offenland- und Waldstandorten war anhand der Daten des MaStR nicht möglich. Die Information ist im öffentlich zugänglichen Datensatz nicht enthalten und die Koordinatengenauigkeit erlaubt eine GIS-gestützte Verarbeitung in kleinräumig detailliertem Maßstab nicht. Daher werden an dieser Stelle keine Aussagen über an Waldstandorten realisierte WEA-Konfigurationen und räumliche Schwerpunkte getroffen.

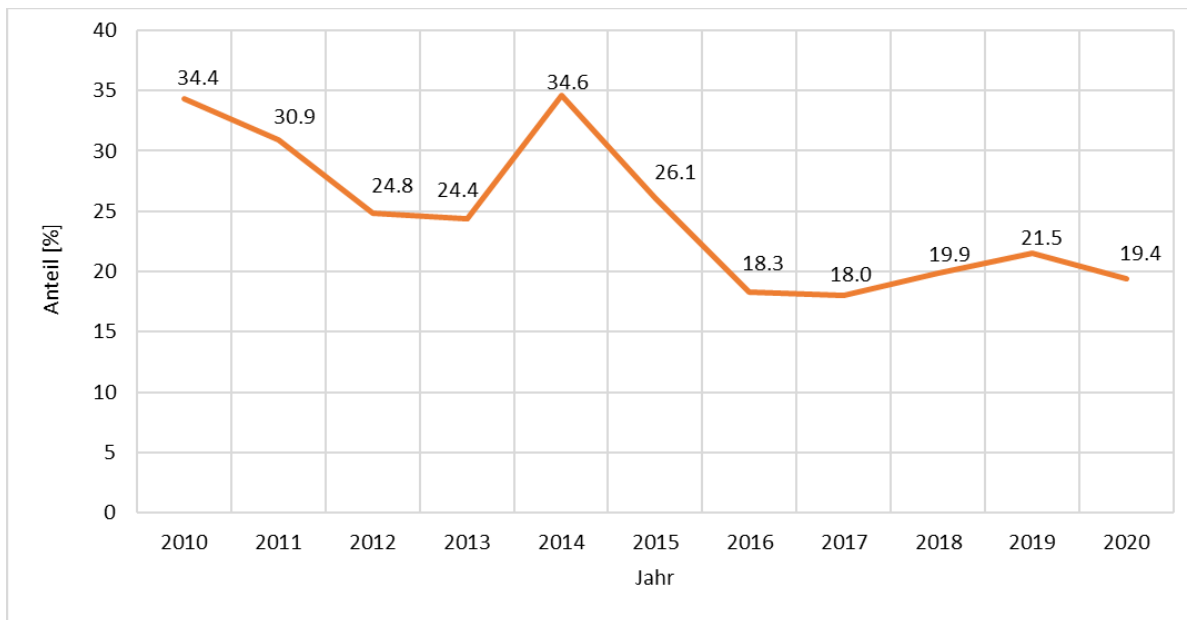


Abb. 4: Anteil des Anlagentyps „WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf“ an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=3.030 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

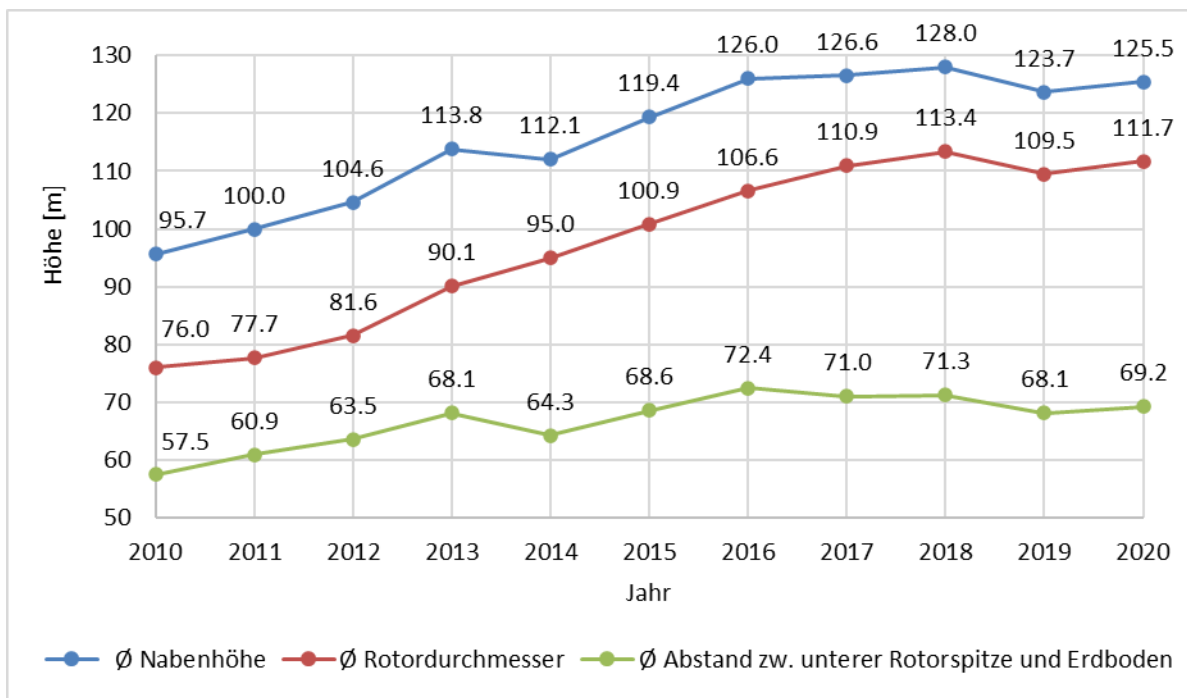


Abb. 5: Entwicklung der technischen Spezifika von in Betrieb genommenen Onshore-WEA im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

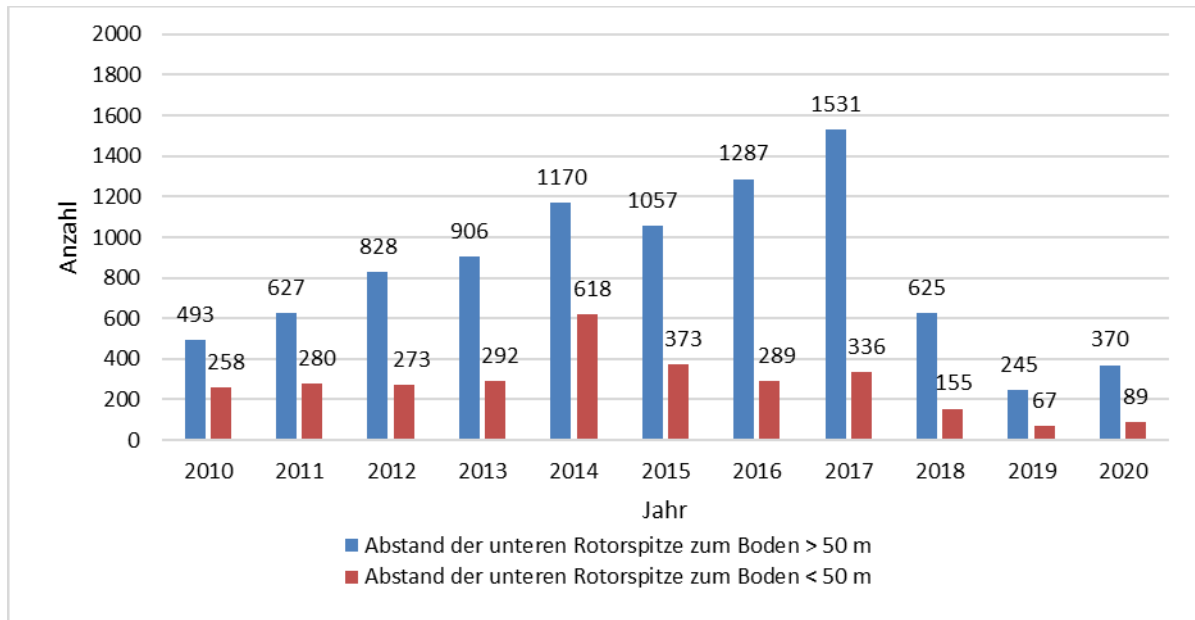


Abb. 6: Anzahl der Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf“ im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=3.030 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

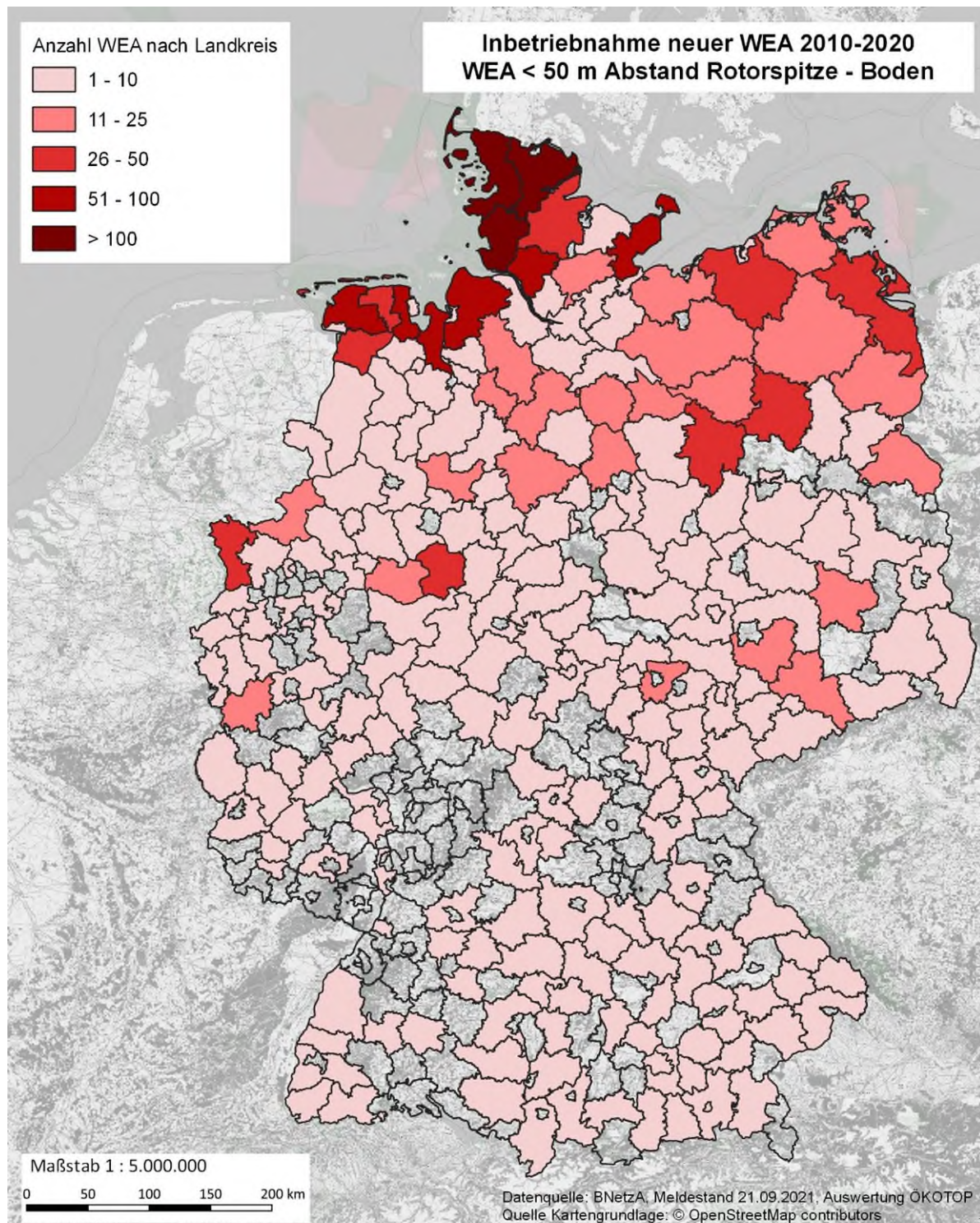


Abb. 7: Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf“ auf Basis von Landkreisen im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=3.030 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: ÖkotoP.

3.3 Große Rotordurchmesser > 90 Meter

Seit etwa 2010 hat auch der durchschnittliche Durchmesser der Rotoren in Deutschland kontinuierlich zugenommen und lag 2020 zuletzt bei 111,7 m (Abb. 5). Bei den meisten aktuellen Planungen, u. a. in den Mittelgebirgsregionen Deutschlands, werden Windräder dieses Anlagentyps geplant.

Somit ist auch der Anteil von Anlagen mit einem Rotordurchmesser von > 90 m seit 2010 kontinuierlich gestiegen, wobei 2016 eine Plateauphase erreicht wurde. Mehr als 80 % aller seit 2015 jährlich neu in Betrieb genommener Anlagen an Land gehören diesem Typ an. 2018 lag der Anteil sogar bei 89 % (Abb. 8). Der mittlere Rotordurchmesser neuer Anlagen wuchs im Zeitraum 2014 bis 2020 um 30 %. Das mit 33 Anlagen häufigste in den ersten neun Monaten 2020 in Betrieb gegangene Anlagenmodell E-115 vom Hersteller Enercon weist einen Rotordurchmesser von 115,7 m auf. Die zweit- und dritthäufigsten Anlagenmodelle Vestas Typ V126 (27 Anlagen) und Enercon Typ E-92 (26 Anlagen) besitzen einen Rotordurchmesser von 126 m bzw. 92 m (FA Wind 2020a).

Eine Betrachtung der Anzahl in Betrieb genommener WEA verdeutlicht diesen Trend. Bereits seit 2013 werden pro Jahr mehr Anlagen mit einem Rotordurchmesser > 90 m in Betrieb genommen als Anlagen mit geringerem Rotordurchmesser. Im Jahr 2017 war der Unterschied besonders stark (Abb. 9).

Innerhalb Deutschlands gibt es kaum noch regionale Schwerpunkte, da dieser Anlagentyp dominant ist (Abb. 10). Nur im Süden Bayerns und Baden-Württembergs sowie in Südthüringen, Südhessen, im Ruhrgebiet und den meisten städtischen Kreisen fehlen solche WEA weitgehend.

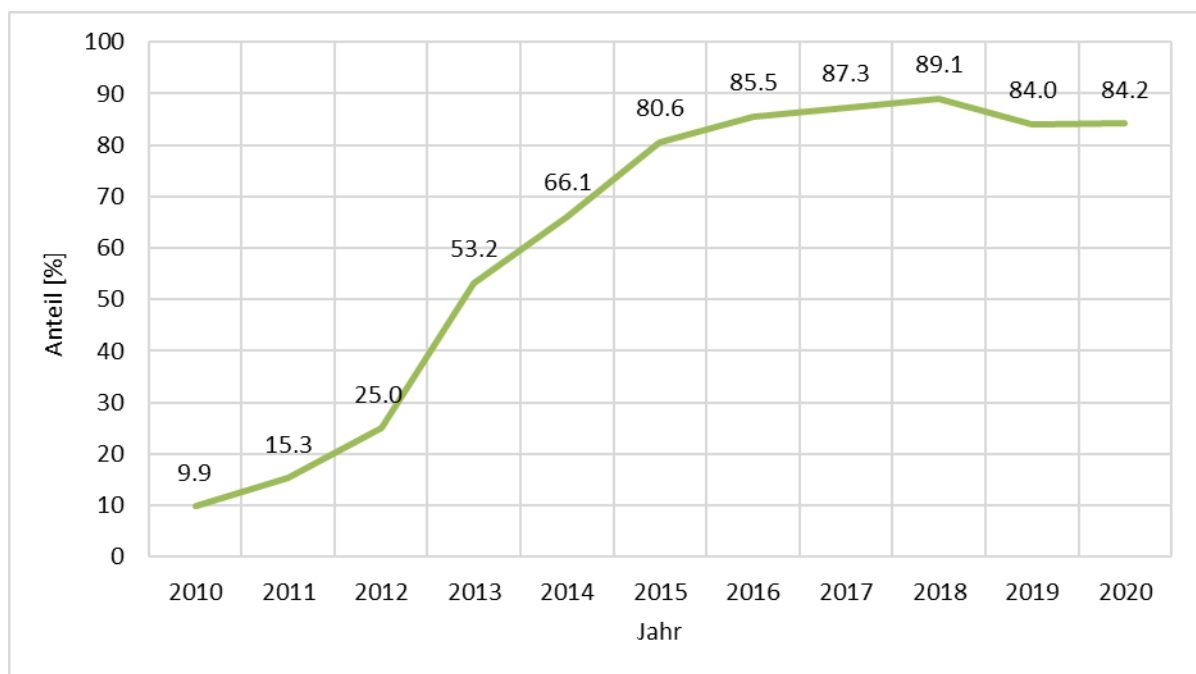


Abb. 8: Anteil des Anlagentyps „WEA mit sehr großen Rotoren“ an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=7.919 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

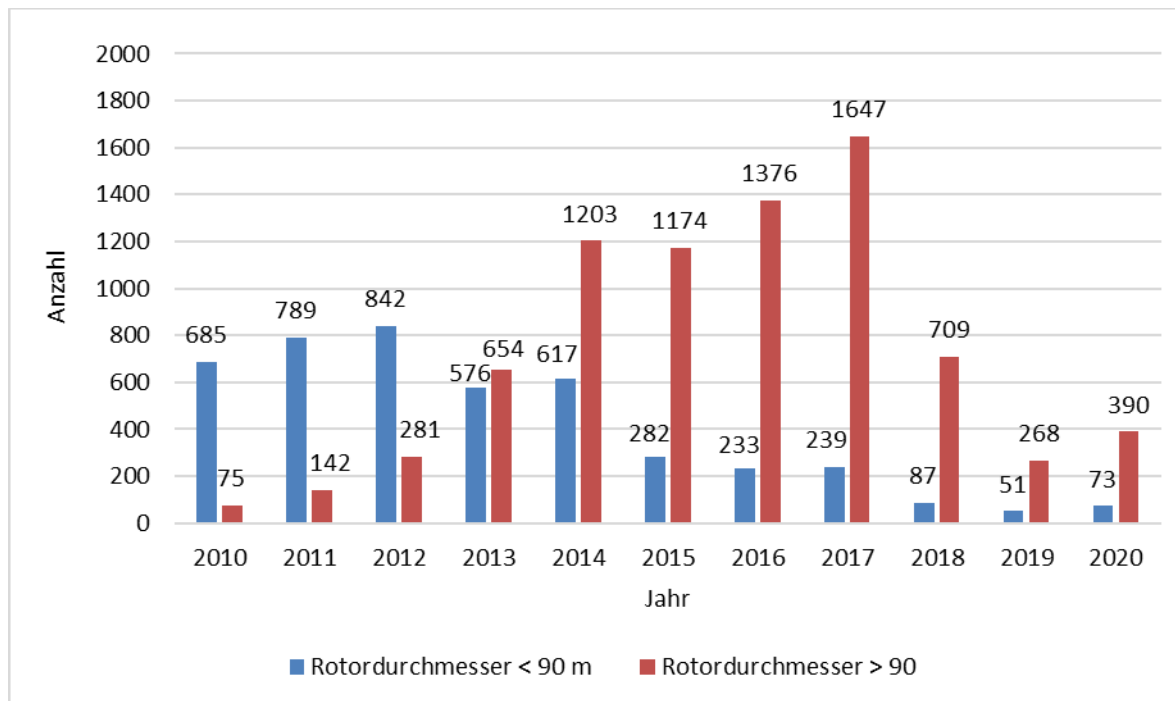


Abb. 9: Anzahl der Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit sehr großen Rotoren“ im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=7.919 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

Eine Betrachtung der weiteren Entwicklung zeigt, dass sich dieser Trend fortsetzen wird, denn es werden Anlagen mit immer größeren Rotordurchmessern genehmigt. Fast die Hälfte der in den ersten drei Quartalen 2020 genehmigten Anlagen ist mit Rotordurchmessern von wenigstens 140 m (47 %) geplant. Die am häufigsten genehmigte Anlagentypen 2020 (Stand Sept.) sind die N149 von Nordex mit 80 Exemplaren und einem Rotordurchmesser von 149,1 m und der Typ V150 von Vestas mit 67 Exemplaren und einem Rotordurchmesser von 150 m (FA Wind 2020a).

Eine Betrachtung der seitens der WEA-Hersteller aktuell beworbenen Modelle zeigt die enormen Entwicklungen und die aktuellen Möglichkeiten bezüglich des Rotordurchmessers und der Nabenhöhe auf. Enercon bietet mit der neuen EP5-Serie für Schwachwindstandorte den Typ E-160 mit einem Rotordurchmesser von 160 m in Nabenhöhen von 120 m oder 166 m an. Vom Hersteller Ventus erreicht der Typ V162 einen Rotordurchmesser von 162 m und kann in Höhen von 119 m, 125 m, 149 m und 166 m installiert werden. Die Nordex N155/4.X hat einen 155 m großen Rotordurchmesser und kann in Nabenhöhen von 108 m oder 120 m errichtet werden. Das Modell Nordex N155/5.X hat ebenfalls 155 m Rotordurchmesser, die Nabenhöhe kann aber variabel aufgestellt werden. Amperax bietet aktuell mit der A3000 einen Typ mit nur 116 m Rotordurchmesser in 92, 122 und 142 m Nabenhöhe an. Alle diese Anlagentypen weisen Rotordurchmesser von deutlich über 90 m auf und können in ihren Nabenhöhen recht variabel konfiguriert werden. Dadurch sind viele verschiedene Anlagenkonfigurationen für verschiedene Standorte möglich, wobei jedes Modell in mindestens einer Konfiguration außer dem hier betrachteten WEA-Typ gleichzeitig auch dem Typ „sehr hohe WEA“ und dem Typ „WEA mit geringem Abstand der Rotoren zum Boden“ entspricht.

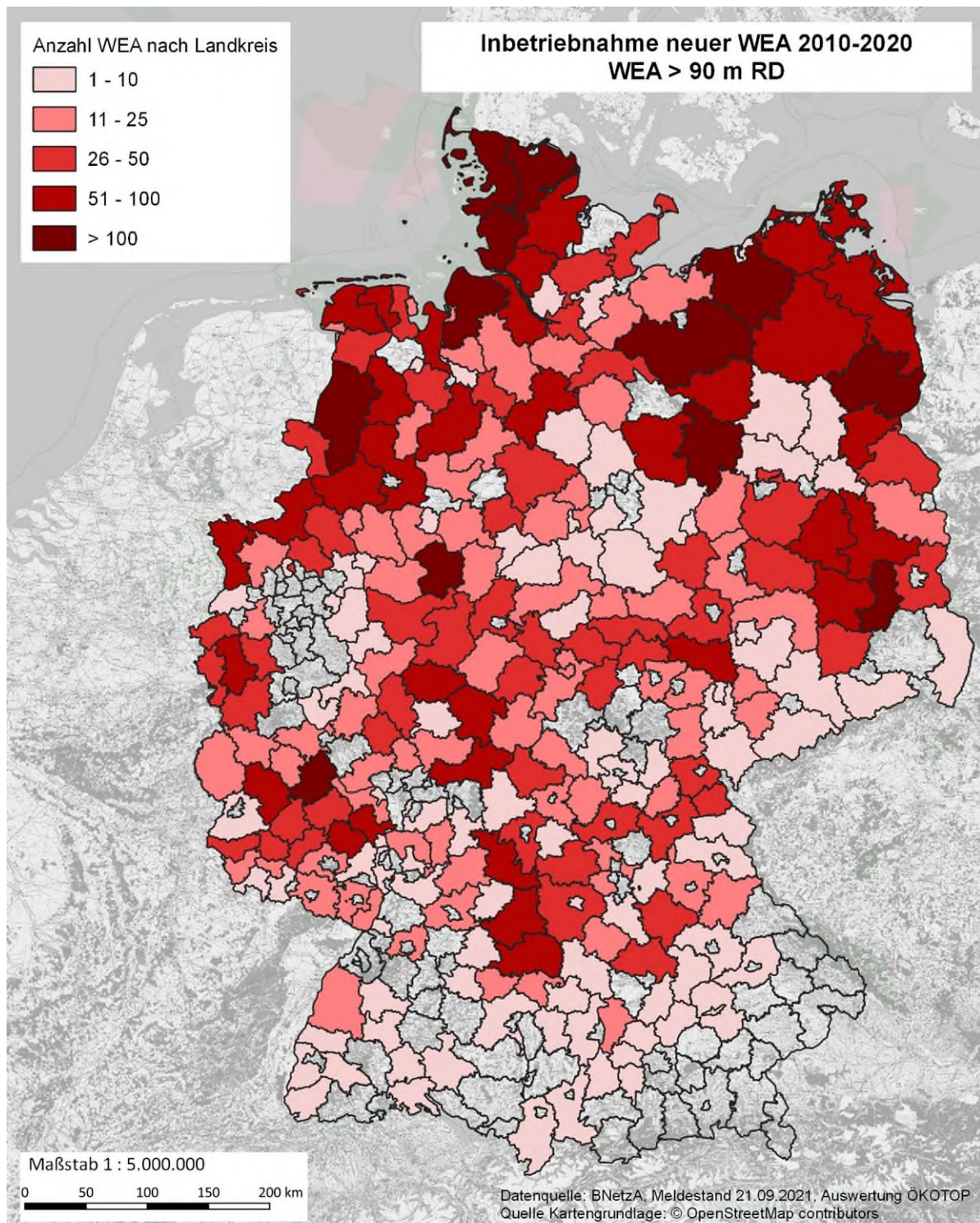


Abb. 10: Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit sehr großen Rotoren“ auf Basis von Landkreisen im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=7.919 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

3.4 Kleinwindenergieanlagen in der Stadt mit < 50 Meter Höhe

Trotz der geringen Leistungsfähigkeit spielen Kleinwindenergieanlagen konzeptionell im Rahmen klimaneutraler Stadtentwicklungen vermehrt eine Rolle. Es gibt eine Vielzahl an Herstellern und technischen Systemen, die je nach örtlichen Regelungen bis zu bestimmten Dimensionen genehmigungsfrei errichtet werden können. Eine einheitliche Definition für Kleinwindenergieanlagen (KWEA) existiert nicht.

Häufig versteht man darunter WEA mit einer Leistung unter 100 kW oder WEA mit einer Rotorfläche von unter 200 m², dies entspricht einem Rotordurchmesser von circa 16 m und einer Leistung von bis zu 50 kW. In dieser Studie werden WEA mit einer Gesamthöhe von < 50 m als KWEA betrachtet. Standortlich bestehen v. a. Wissensdefizite bei urbanen Standorten, weshalb diese in Fokus der Recherche im Projekt standen. Der Anteil niedriger Anlagen von höchstens 50 m Gesamthöhe schwankte in den letzten 10 Jahren im einstelligen Prozentbereich. Der relative Tiefststand wurde 2017 erreicht, danach nahm der Anteil wieder zu und lag 2020 bei 7,4 % (Abb. 11). Die absolute Anzahl errichteter KWEA schwankt allerdings über alle Jahre kaum und blieb auch in den letzten Jahren trotz des Abfalls beim Gesamtzubau an WEA bemerkenswert stabil (Abb. 12). Hier kommt zum Tragen, dass KWEA in der Regel von anderen Nutzergruppen und häufig zur Eigenversorgung errichtet und betrieben werden. Ebenso können die Genehmigungsfreiheit kleinerer KWEA und gegenüber Standard-WEA erleichterte Genehmigungsverfahren zur Marktstabilität beitragen.

Innerhalb Deutschlands gibt es für KWEA einen klaren Schwerpunkt im Norden (ländlicher Raum Schleswig-Holstein) (Abb. 13). Darüber hinaus sind KWEA in geringer Anzahl in zahlreichen Landkreisen vorhanden, sowohl im Flachland als auch in den Randlagen der Mittelgebirge und im Voralpenraum.

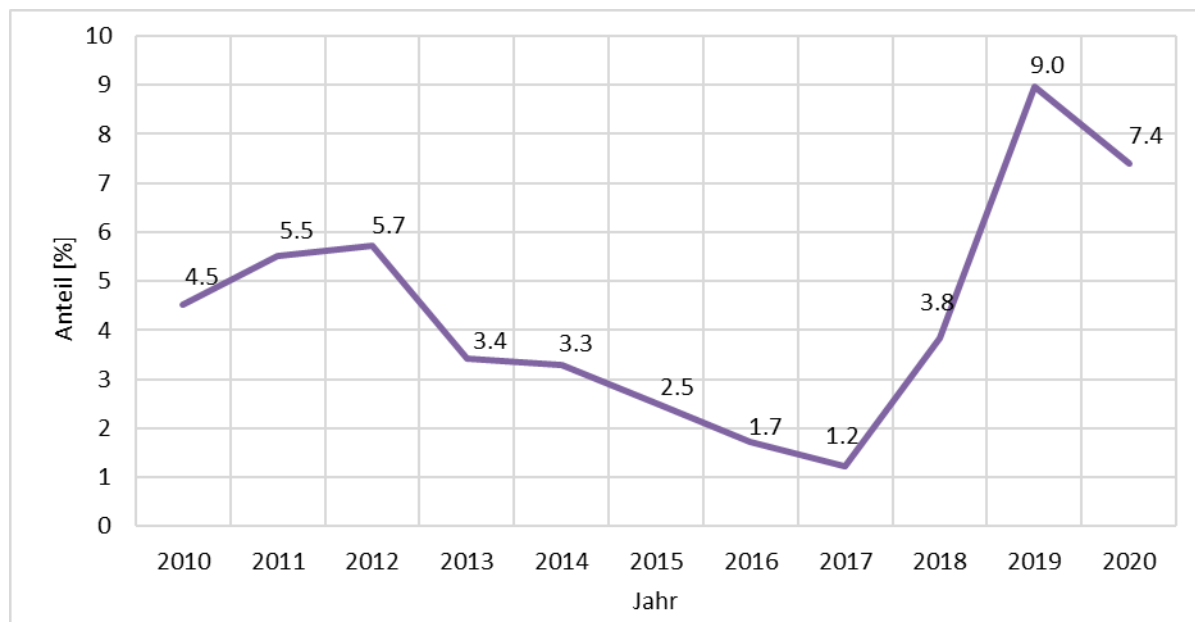


Abb. 11: Anteil von WEA mit einer Gesamthöhe kleiner 50 m an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=425 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

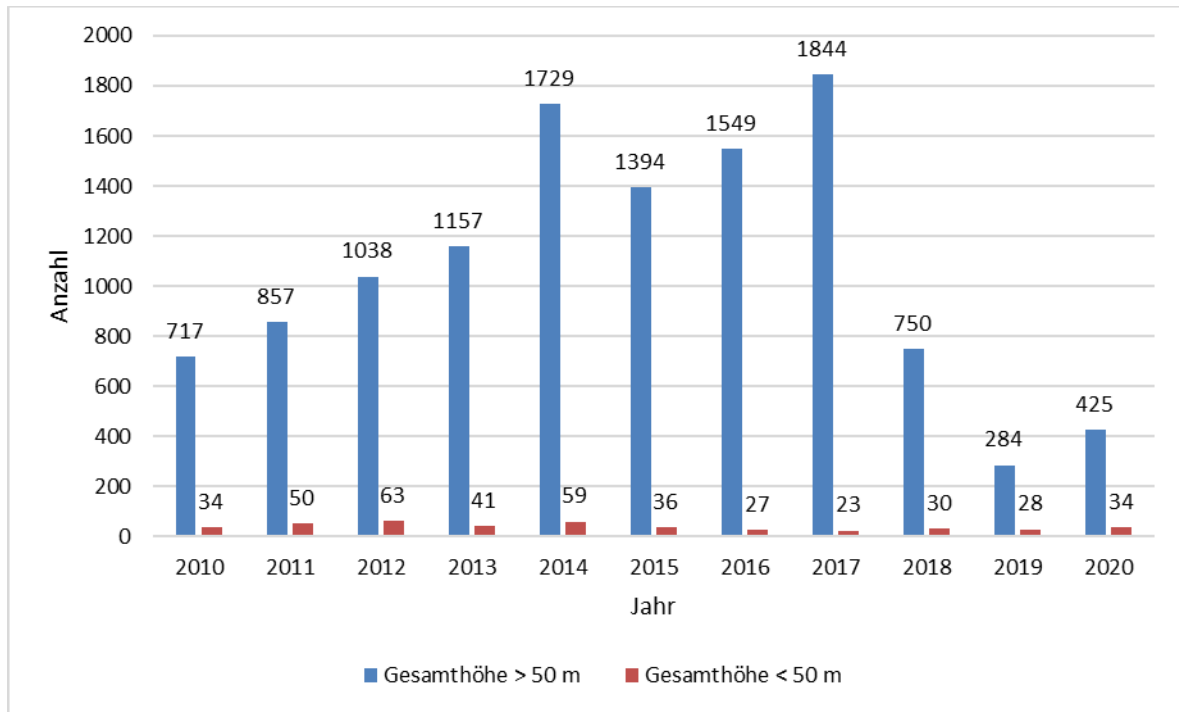


Abb. 12: Anzahl der Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit Gesamthöhe unter 50 m“ im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=425 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

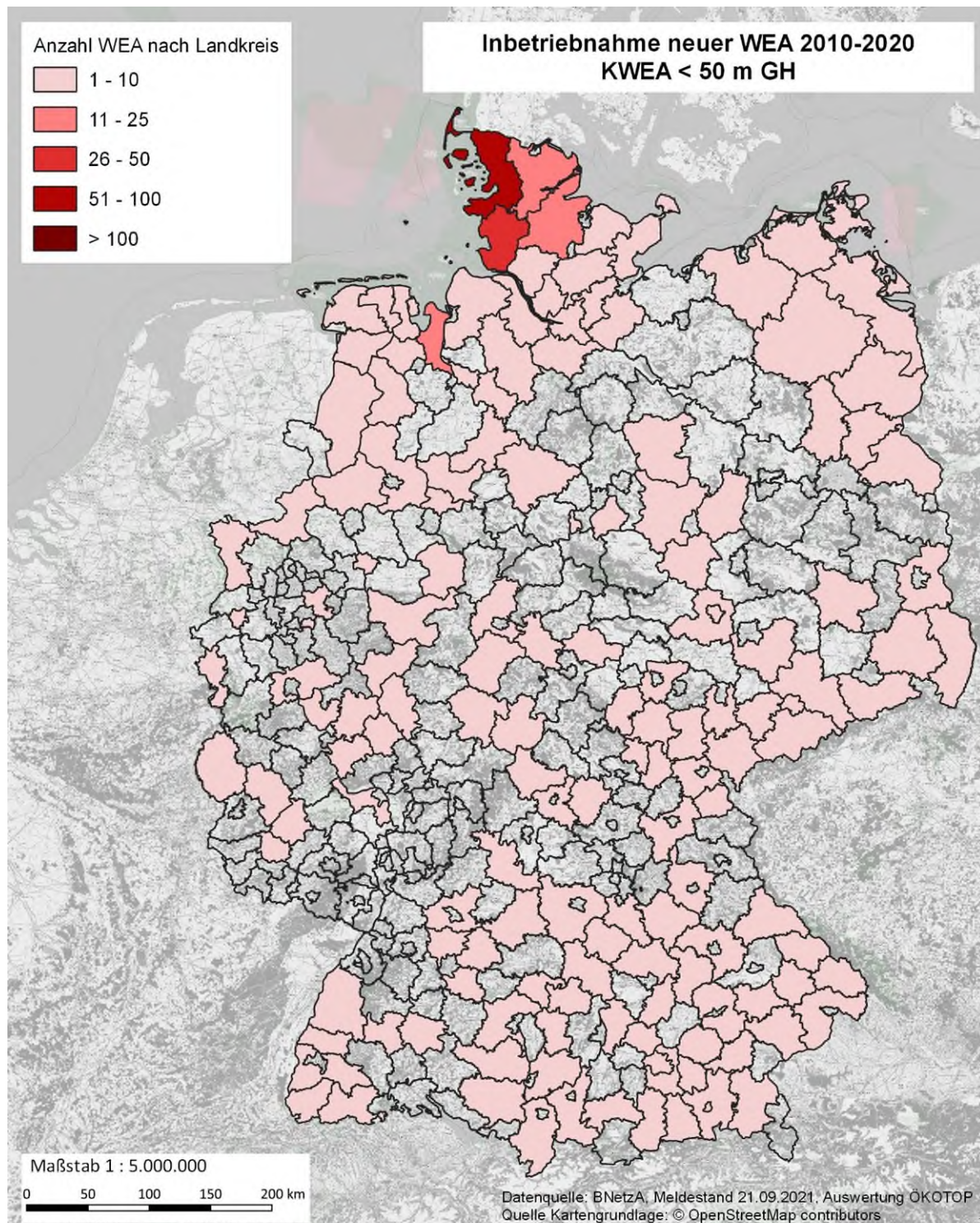


Abb. 13: Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit einer Gesamthöhe kleiner 50 m“ auf Basis von Landkreisen im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=425 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

3.5 Zubau an WEA in den Bundesländern

Eine Betrachtung der einzelnen Bundesländer zeigt die unterschiedliche Favorisierung bezüglich der Anlagentypen auf (Tab. 2). Insgesamt ist der Anteil von sehr großen Anlagen (> 200 m Gesamthöhe und > 140 m Nabenhöhe) in den Bundesländern sehr unterschiedlich. So wurden neben Baden-Württemberg im Zeitraum 2010 – 2020 auch in Hessen (22,4 %), dem Saarland (21,7 %), Nordrhein-Westfalen (18,2 %) und in Thüringen (16,5 %) dieser Anlagentyp vermehrt gebaut, während in anderen Bundesländern wie Schleswig-Holstein (0,4 %), Brandenburg (6,0 %), Mecklenburg-Vorpommern (0,3 %) und Bayern (4,0 %) der Anteil gering ausfällt (Tab. 2). Einzig die Stadtstaaten Hamburg und Berlin haben keine dieser Anlagen gebaut. Entsprechend dem Zubau ist auch das mit großen Anlagen bestehende Kollisionsrisiko in den Bundesländern unterschiedlich ausgeprägt.

Eine Betrachtung der in Betrieb genommenen Anlagen im Zeitraum zwischen 2010 – 2020 zeigt, mit Ausnahme von Berlin und Bremen, in allen Bundesländern einen Anteil von Anlagen mit Rotoren größer 90 m (Typ C, Tab. 2) von deutlich über 50 %. In Flächenländern liegt der Anteil im Maximum bis um 80 % (Baden-Württemberg, Hessen, Sachsen). Im Jahr 2018 betrug der Zubau-Anteil in ganz Deutschland bereits 89,1 %, sodass diese Anlagentypen als gängigste etablierte Anlagentypen angesehen werden können. Dabei werden entweder sehr hohe Anlagen mit großen Rotoren gebaut oder aber Anlagen mit geringeren Nabenhöhen und großen Rotoren, sodass bei diesen der Abstand zum Erdboden gering ausfällt.

Die damit auftretenden Konfliktpunkte bestehen jetzt schon bei vielen gebauten Anlagen in allen Bundesländern und werden auch in Zukunft eine Rolle spielen.

Der Anteil von Anlagen mit einer niedrigen Gesamthöhe von unter 50 m ist derzeit in allen Bundesländern gering. Lediglich Sachsen (10,8 %), Bayern (9,1 %) und Schleswig-Holstein (8,2 %) zeigen einen stärkeren Zubau dieser Anlagen im Zeitraum 2010 bis 2020 (Tab. 2). Die weitere Entwicklung von KWEA ist weiter zu beobachten. Primär bestehen Schwerpunkte zur Eigenversorgung von Gehöften und Landwirtschaftsbetrieben auf dem Land. Auch im urbanen Raum ist mit einem weiteren Ausbau zu rechnen.

Tab. 2: Durchschnittliche Anlagenkonfiguration und Anteil der Anlagen an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020 für die einzelnen Bundesländer; Daten: BNetzA, n=12.488 Stand: 21.09.2021, Auswertung: Ökotop.

WEA-Typen entsprechend Kap. 3.1 bis 3.4: Typ A = große WEA, Typ B = WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf, Typ C = WEA mit großen Rotoren, Typ D = KWEA; eine WEA kann Kriterien mehrerer Typen erfüllen.

Bundesland	Durchschnittliche Anlagenkonfiguration errichteter WEA 2010 bis 2020 [m]				Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA	Anteil an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA [%]			
	Ø Gesamthöhe	Ø Nabenhöhe	Ø Rotordurchmesser	Ø Abstand Rotor zu Boden		Typ A	Typ B	Typ C	Typ D
Baden-Württemberg	184,2	131,2	106,0	77,3	446	33,0	8,1	83,6	6,0
Bayern	171,0	123,7	94,6	75,6	957	4,0	10,9	68,3	9,1
Berlin	171,0	134,7	72,6	83,8	8	0,0	0,0	50,0	0,0
Brandenburg	177,0	125,6	103,0	74,0	1.362	6,0	8,3	63,2	0,4
Bremen	151,2	105,8	90,8	59,4	43	2,4	24,4	47,6	4,9

Bundesland	Durchschnittliche Anlagenkonfiguration errichteter WEA 2010 bis 2020 [m]				Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA	Anteil an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA [%]			
	Ø Gesamthöhe	Ø Nabenhöhe	Ø Rotordurchmesser	Ø Abstand Rotor zu Boden		Typ A	Typ B	Typ C	Typ D
Hamburg	158,5	108,3	100,4	55,6	38	0,0	25,0	89,5	2,8
Hessen	189,3	135,4	107,9	81,3	673	22,4	3,3	79,9	1,7
Mecklenburg-Vorpommern	166,7	118,1	97,1	69,5	799	0,3	16,9	61,7	0,9
Niedersachsen	163,7	115,2	97,1	66,5	2.207	11,6	24,6	61,1	2,7
Nordrhein-Westfalen	169,6	120,5	98,2	71,1	1.420	18,2	19,0	63,1	1,7
Rheinland-Pfalz	183,3	132,4	101,9	81,2	960	11,2	4,9	71,2	0,9
Saarland	184,1	130,4	107,5	76,8	163	21,7	4,3	75,5	0,6
Sachsen	138,7	99,3	78,9	58,8	210	3,1	35,6	78,6	10,8
Sachsen-Anhalt	171,3	122,1	98,4	72,8	788	6,8	8,5	55,6	0,9
Schleswig-Holstein	128,8	84,3	88,9	39,6	1.995	0,4	80,8	58,3	8,2
Thüringen	172,7	122,3	100,7	71,8	419	16,5	12,6	62,6	2,5
Deutschland	164,7	116,4	97,6	67,2	12.488	9,7	24,9	63,9	3,5

Exemplarisch wird im Folgenden anhand von einigen Bundesländern in verschiedenen Naturräumen Deutschlands auf regionale Ausbauschwerpunkte näher eingegangen.

In **Schleswig-Holstein** wurden bislang so gut wie keine Anlagen mit einer Gesamthöhe von über 200 m und über 140 m Nabenhöhe gebaut, sondern es überwiegen Anlagen mit geringem Rotorabstand zum Boden mit über die Jahre steigenden Rotordurchmessern. Der Anteil von Anlagen, der im Zeitraum zwischen 2010 bis 2020 in Betrieb genommen wurde und einen Abstand von unter 50 m zwischen Rotorspitze und Vegetation aufweist, ist mit 80,8 % in diesem Bundesland besonders hoch. Der durchschnittliche Abstand der unteren Rotorspitze zum Boden lag seit 2010 durchweg unter 50 m, in den meisten Jahren sogar unter 40 m (Abb. 14). Dies tritt in Kombination mit großen Rotoren auf (58,3 % der Anlagen mit > 90 m Rotordurchmesser). Bei den Anlagekonfigurationen stiegen die durchschnittliche Nabenhöhe und der durchschnittliche Rotordurchmesser mit Ausnahme von 2018 und 2019 an, liegen im Ländervergleich aber weit tiefer als in anderen Bundesländern (vgl. die Beispiele in Abb. 15, Abb. 16, Abb. 17). Der Tiefststand 2018/2019 korrespondiert mit der bundesweit geringen Zahl an Neuinbetriebnahmen, wobei jedoch v. a. der Zubau großer WEA abfiel.

Generell ermöglicht die küstennahe windbegünstigte Lage in Schleswig-Holstein oft einen Verzicht auf hohe Anlagen, da die Windausbeute bereits in geringerer Höhe sehr gut ist. Um diese zu maximieren, werden große Rotoren, dem allgemeinen Trend folgend mit weiter zunehmenden Radien, eingesetzt, die allerdings aufgrund der meist beschränkten Turmhöhen bisher im Mittelwert nicht die Dimensionen in anderen Bundesländern erreichen (vgl. die Beispiele in Abb. 15, Abb. 16, Abb. 17). Die ländliche Struktur dieser windreichen Region ist weiterhin ursächlich für die höchste Dichte an KWEA innerhalb Deutschlands, was sich ebenfalls in den geringeren Mittelwerten der Anlagenparameter niederschlägt.

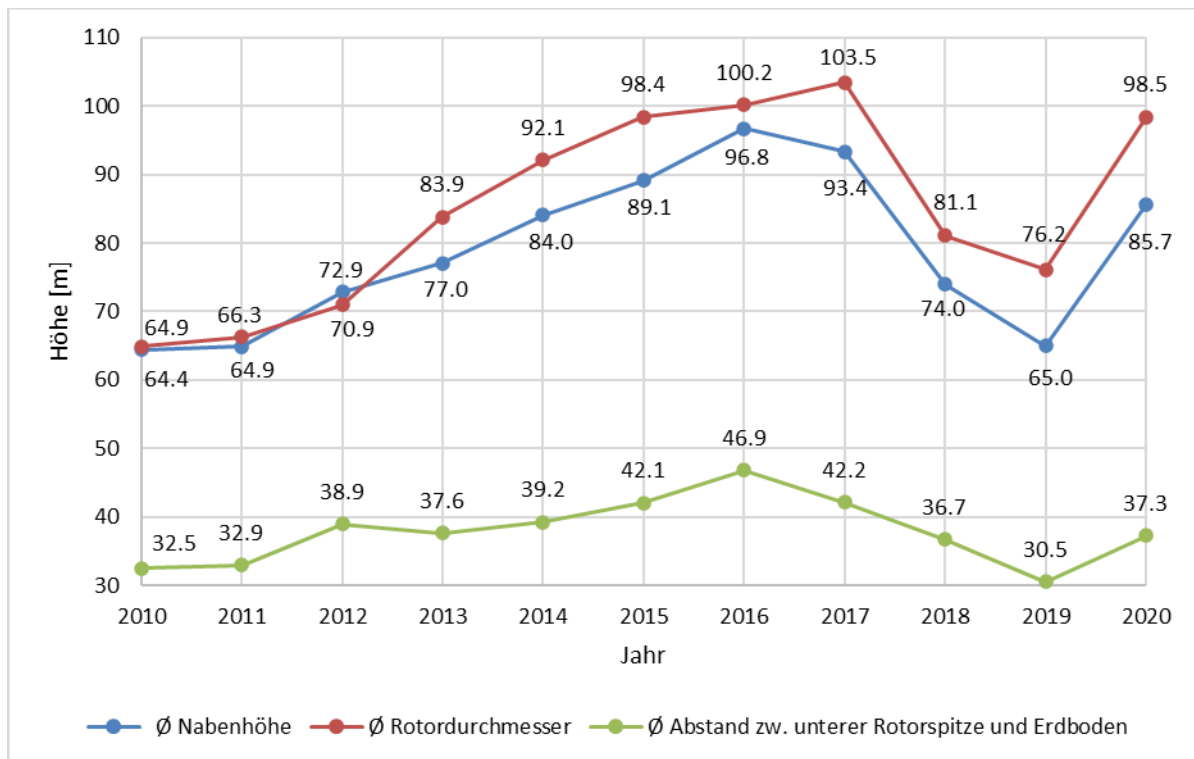


Abb. 14: Entwicklung von Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020 im Bundesland Schleswig-Holstein; Daten: BNetzA, n=1.995, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

In **Baden-Württemberg** hingegen werden seit 2015 immer mehr große Anlagen mit immer größeren Rotoren gebaut (Abb. 15). 2015 bis 2018 lag die durchschnittliche Nabenhöhe bei 127 – 142 m und der Rotordurchmesser zwischen 105 m und 121 m. 2018 wiesen sogar alle neu in Betrieb genommenen Anlagen einen Rotordurchmesser von über 90 m auf. 2019 hielt sich bei bundesweit geringer Zahl an Neuinbetriebnahmen der Zubau von kleineren WEA (50 %) und großen WEA (45,5 %) ungefähr die Waage, was zu sinkenden Mittelwerten bei allen relevanten Anlagenparametern führte. Der untere Rotordurchlauf schwankte, lag jedoch im Durchschnitt in fast allen Jahren bei ca. 70 bis 80 m. Die abweichenden Jahre 2014 und 2019 waren durch niedrige Inbetriebnahmezahlen mit geringerem Anteil großer WEA gekennzeichnet.

Auch **Brandenburg** und **Sachsen-Anhalt** zeigten ab 2015 bzw. 2017 eine stärkere Entwicklung zu höheren Nabenhöhen um die 130 m und zu größeren Rotoren mit bis zu 124,5 m (Brandenburg) bzw. bis zu 135,7 m (Sachsen-Anhalt) im Durchschnitt im Jahr 2019 (Abb. 16 und Abb. 17). In Sachsen-Anhalt stieg der Rotordurchmesser dabei besonders stark, was zu im Mittel geringerem unterem Rotordurchlauf führt.

In beiden Bundesländern sank im Gegensatz zu den voranstehenden Beispielen in den Jahren 2014 und 2018/2019 die Dimension der in Betrieb gegangenen WEA im Durchschnitt nicht ab, trotz sinkender Inbetriebnahmen.

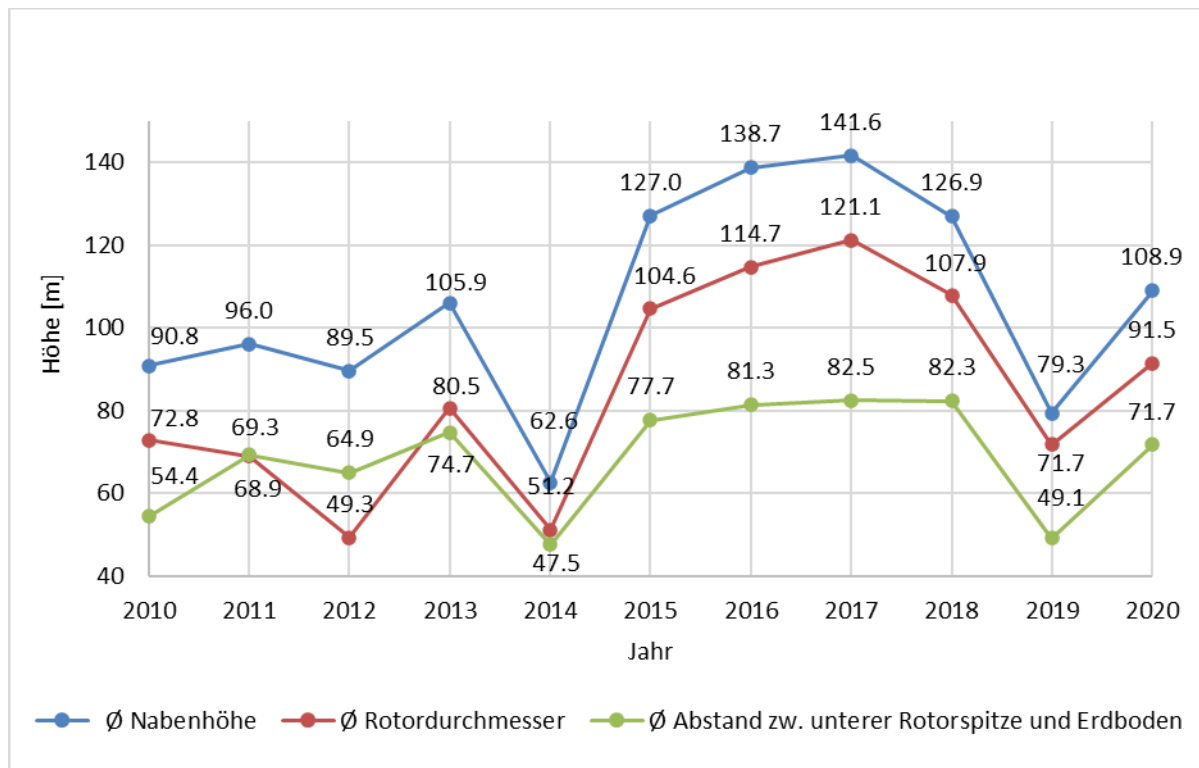


Abb. 15: Entwicklung von Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020 im Bundesland Baden-Württemberg; Daten: BNetzA, n=446, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

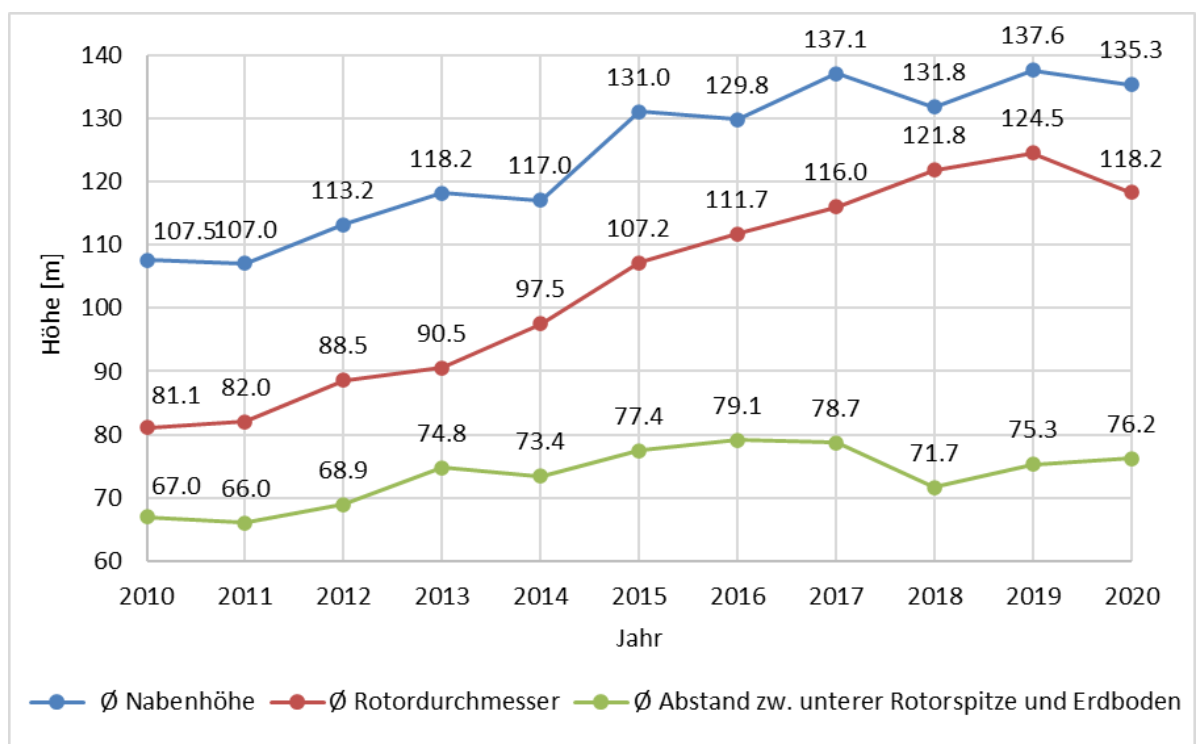


Abb. 16: Entwicklung von Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020 im Bundesland Brandenburg; Daten: BNetzA, n=1.362 Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

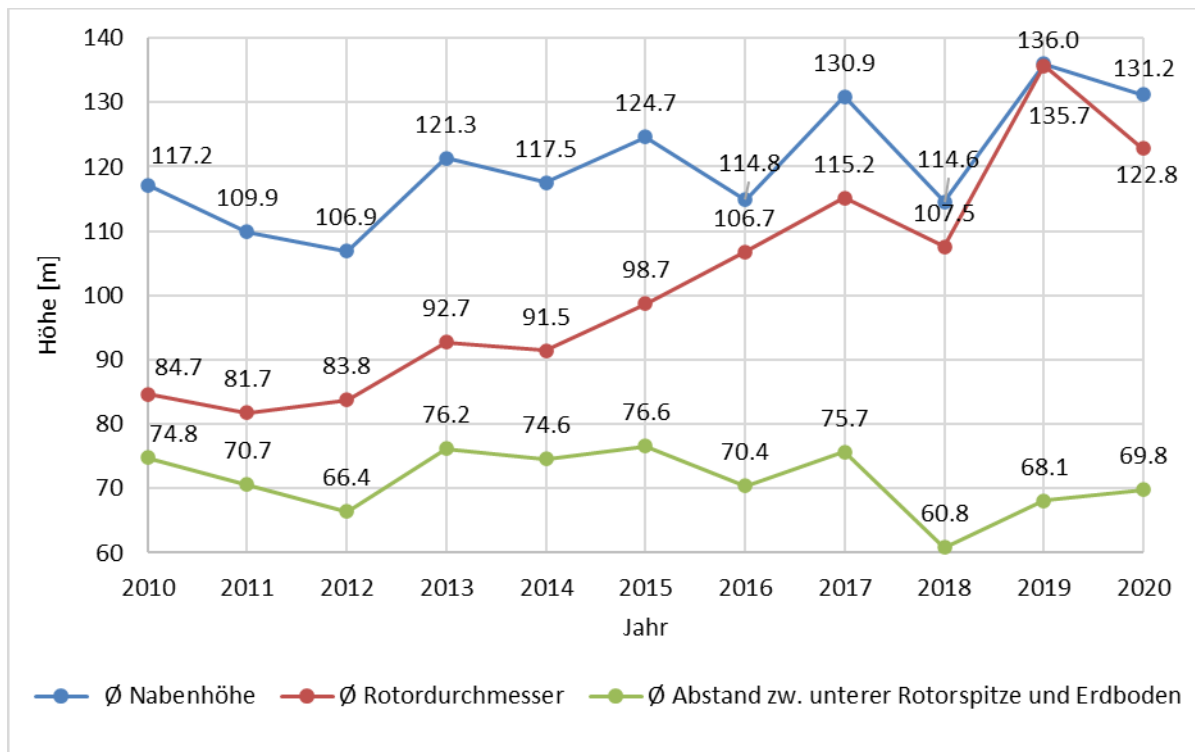


Abb. 17: Entwicklung von Onshore-WEA im Zeitraum 2010 – 2020 im Bundesland Sachsen-Anhalt; Daten: BNetzA, n=788, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

3.6 Ausblick weitere Entwicklung der Windenergieanlagen

Anhand der bereits geplanten und der BNetzA gemeldeten, aber bisher noch nicht gebauten, WEA kann die kurzfristige weitere Entwicklung der WEA-Konfigurationen in Deutschland abgeschätzt werden (Tab. 3).

Der Trend zu großen Anlagen mit großen Rotoren setzt sich weiter fort. In allen Bundesländern werden 90 bis 100 % der Anlagen mit Rotoren > 90 m geplant. Schleswig-Holstein nimmt hier eine Sonderstellung ein, da nicht nur fast alle geplanten WEA sehr große Rotoren aufweisen, sondern 66 % der geplanten WEA dabei das Kriterium für einen geringen unteren Rotordurchlauf von < 50 m über dem Boden erfüllen. Durchschnittliche Nabenhöhen > 140 m sind in den meisten Bundesländern der Planungsstandard, wobei der Anteil der WEA des Typs A (NH > 140 m und GH > 200 m), mit Ausnahme Schleswig-Holsteins (wo diese Anlagen kaum eine Rolle spielen), zwischen ca. 40 % und 100 % liegt.

Der Zubau von KWEA ist in allen Bundesländern nicht bzw. in sehr geringer Anzahl geplant. Lediglich in Bayern beträgt der Anteil von KWEA 5 % an den geplanten Anlagen. In Hamburg und Bremen lagen zum Bearbeitungsstand (Dez. 2020) noch keine Planungen für solche Anlagen vor.

Tab. 3: Durchschnittliche Anlagenkonfiguration und Anteil der betrachteten Anlagentypen an allen bereits geplanten aber noch nicht gebauten bzw. in Betrieb genommenen neuen Onshore-WEA für die einzelnen Bundesländer; Daten: BNetzA, n=1.685, Stand: 21.09.2021, Auswertung: Ökotop.

WEA-Typen entsprechend Kap. 3.1 – 3.4: Typ A = große WEA, Typ B = WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf, Typ C = WEA mit großen Rotoren, Typ D = KWEA; eine WEA kann Kriterien mehrerer Typen erfüllen.

Bundesland	Durchschnittliche Anlagenkonfiguration errichteter WEA 2010 – 2020 [m]				Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA	Anteil an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA [%]			
	Ø Gesamthöhe	Ø Nabenhöhe	Ø Rotordurchmesser	Ø Abstand Rotor zu Erdboden		Typ A	Typ B	Typ C	Typ D
Baden-Württemberg	219,2	153,5	131,5	86,6	53	88,2	3,9	96,2	0,0
Bayern	196,2	138,9	114,5	81,0	41	32,5	5,0	90,2	5,0
Berlin	229,0	160,0	138,0	91,0	1	100,0	0,0	100,0	0,0
Brandenburg	219,0	149,0	139,9	79,0	267	58,9	6,5	98,9	0,0
Bremen	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Hamburg	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Hessen	221,4	153,3	136,3	85,1	80	64,6	0,0	98,7	0,0
Mecklenburg-Vorpommern	201,0	136,6	128,9	72,1	72	39,4	7,0	93,0	0,0
Niedersachsen	213,8	143,9	139,8	73,9	272	54,8	12,2	97,4	0,0
Nordrhein-Westfalen	207,3	140,0	134,5	72,7	319	44,9	9,6	94,9	0,3
Rheinland-Pfalz	215,8	148,3	135,0	80,0	81	51,3	3,8	96,3	0,0
Saarland	215,9	149,8	132,2	83,7	13	61,5	0,0	92,3	0,0
Sachsen	223,8	153,1	141,4	82,4	20	65,0	15,0	100,0	0,0
Sachsen-Anhalt	232,8	160,3	145,1	87,8	54	94,4	1,9	100,0	0,0
Schleswig-Holstein	176,3	109,8	133,1	43,2	347	5,8	66,3	99,4	0,3
Thüringen	233,4	159,3	148,1	85,3	65	83,1	3,1	100,0	0,0
Deutschland	206,8	138,7	136,2	70,5	1.685	46,2	19,7	97,5	0,2

Im direkten Vergleich zwischen in den Zeiträumen 2010 bis 2015 und 2016 bis 2020 gebauten WEA und den mit Meldestand September 2021 geplanten WEA zeigt sich der Trend zu größeren Anlagen für Deutschland sehr deutlich (Abb. 18). Dabei liegt die durchschnittliche Gesamthöhe geplanter Anlagen in Deutschland bei über 200 m. Der Rotordurchmesser steigt auf durchschnittlich 136,2 m. Im Gegensatz dazu verändert sich der Abstand zwischen der unteren Rotorspitze und dem Erdboden in Bezug zu den Inbetriebnahmen im Zeitraum 2016 bis 2020 im Mittel kaum (Abb. 18). Der Trend zu hohen WEA mit großen Rotoren ist sehr klar (Abb. 19): 46 % der geplanten Anlagen entsprechen dem Typ „sehr hohe WEA“. 97,5 % aller geplanten Anlagen weisen einen Rotordurchmesser > 90 m auf. Der Anteil an

WEA, die in Konfigurationen mit geringem unteren Rotordurchlauf geplant werden, stagniert. Der ohnehin geringe Anteil kleiner Anlagen sinkt weiter ab.

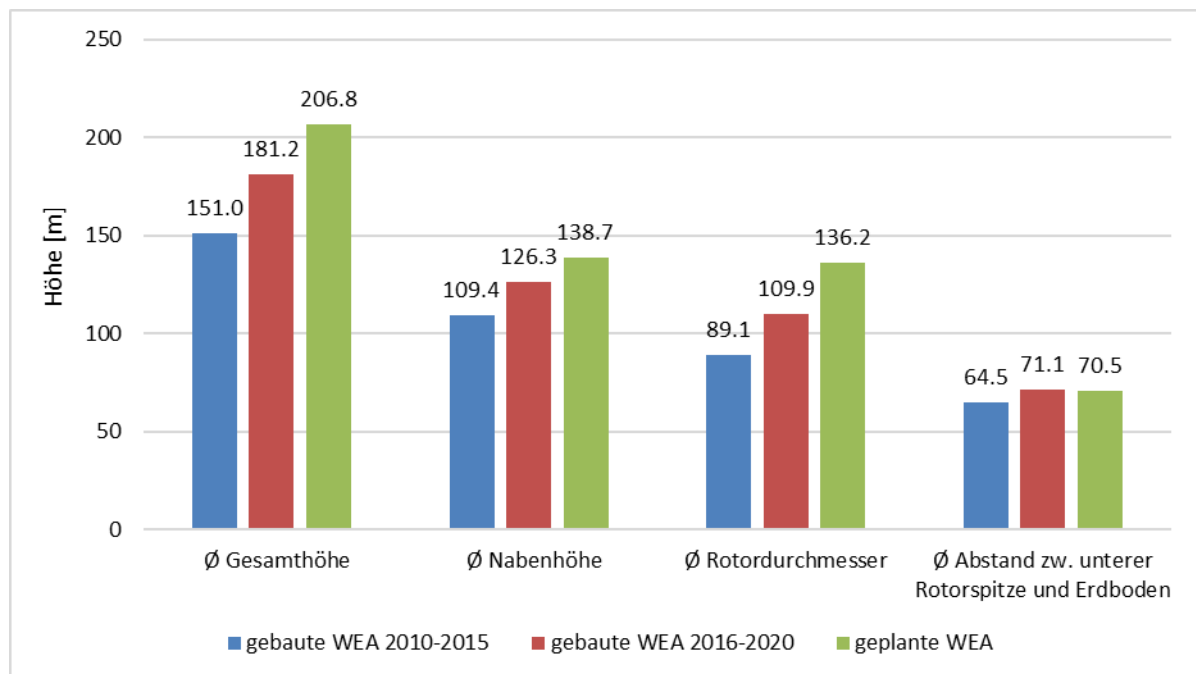


Abb. 18: Vergleich der technischen Spezifika von im Zeitraum 2010 – 2020 in Betrieb genommenen Onshore-WEA und geplanten WEA (Registrierungsdatum der geplanten WEA ab 2019); Daten: BNetzA, n=14.172, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

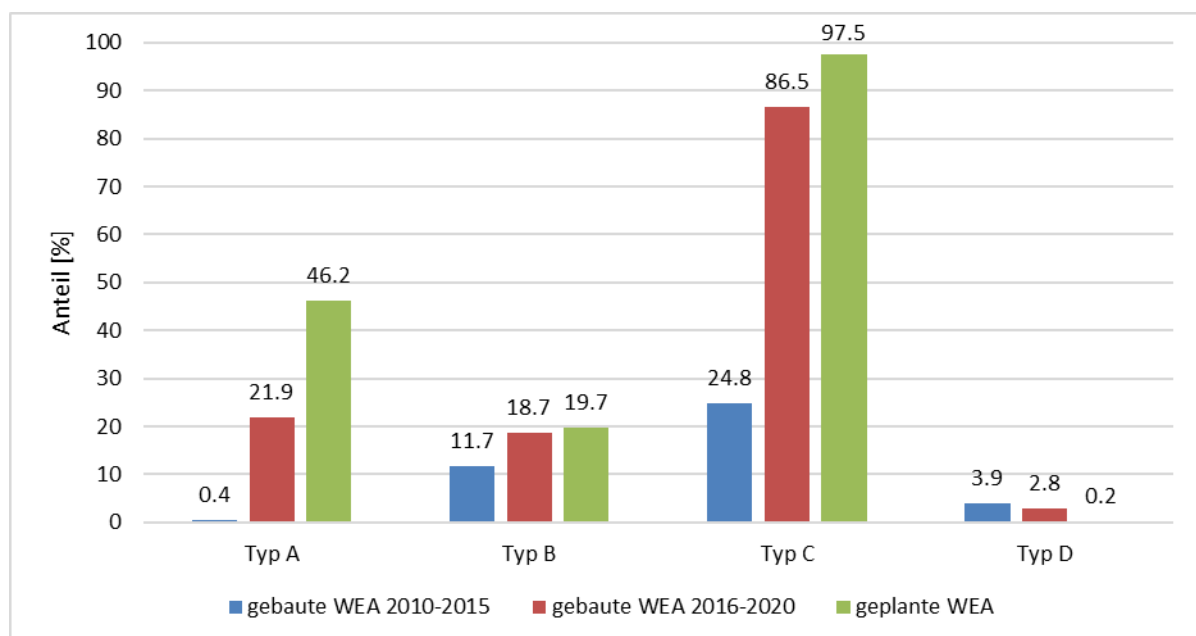


Abb. 19: Vergleich des Anteils der betrachteten Anlagentypen von im Zeitraum 2010 bis 2020 in Betrieb genommenen Onshore-WEA und geplanten WEA, eine WEA kann Kriterien für mehrere Typen erfüllen, so dass Werte > 100 % möglich sind; Daten: BNetzA, n=14.172, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.

4 Besonderer Artenschutz und Windenergie

4.1 Verbotstatbestände des BNatSchG im Kontext Windenergie

4.1.1 Tötungsverbot und Signifikanzschwelle

§ 44 Abs. 1 BNatSchG normiert verschiedene Verbote menschlichen Zugriffs auf besonders und streng geschützte Arten. Diese sogenannten Zugriffsverbote setzen die unionsrechtlichen Vorgaben der Flora-Fauna-Richtlinie 92/43/EWG (FFH-RL) sowie der Vogelschutzrichtlinie 2009/147/EG (VSchRL) um. Der besondere Artenschutz des § 44 Abs. 1, Nr. 1 bis 3 BNatSchG beruht auf dem Tötungs- und Verletzungsverbot, dem Störungsverbot und dem Verbot der Zerstörung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten. Beim Betrieb von Windenergieanlagen kommt dem artenschutzrechtlichen Tötungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 eine besondere Relevanz zu.

Die energiepolitischen Ziele des Bundes und der Länder sehen vor, dass unter den Erneuerbaren Energien derzeit insbesondere die Windenergie eine tragende Rolle spielt. Von WEA können Gefahren für die besonders und/ streng geschützten Fledermausarten ausgehen

Das Tötungs- und Verletzungsverbot für wild lebende Tiere der besonders geschützten Arten nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 ist dabei individuenbezogen. Relativierungen des Schutzes durch Bezugnahme auf die jeweilige Population sind also zunächst nicht zulässig. Die Populationsebene wird im BNatSchG in § 45 Abs. 7 über die Bezugnahme auf den Erhaltungszustand bei der artenschutzrechtlichen Ausnahme berücksichtigt.

Aufgrund ihrer ausgezeichneten Ortungsfähigkeiten kollidieren Fledermäuse, anders als bspw. Vögel, selten mit statischen technischen Objekten, Infrastrukturen oder Freileitungen. Gefährdungen resultieren primär aus Quartierverlusten, Störungen oder Nahrungsmangel, die jeweils aus verschiedensten Ursachen resultieren können, und, sofern nicht direkt anthropogen ausgelöst (die Beeinträchtigung von Lebensstätten ist zudem gesetzlich verboten), als „allgemeines Lebensrisiko“ definiert werden können. Hinsichtlich des Kollisionsrisikos sind lediglich sich schnell bewegende und/oder Druckunterschiede erzeugende Objekte, wie Fahrzeuge oder WEA, relevant. Während sich Fahrzeuge entlang fester Trassen und bodennah bewegen, werden WEA in großer Anzahl in Fledermauslebens- und Fledermausfunktionsräume hinein gebaut und erzeugen dort in der Höhe zusätzliche Risiken, die nicht unter das „allgemeine Lebensrisiko“ fallen. Konfliktfreie Räume existieren kaum - in Deutschland kommen Fledermäuse kollisionsgefährdeter Arten praktisch überall vor, und für die ziehen den Arten unter diesen wird über Land von einem Breitfrontzug ausgegangen. Daher ist mit der Errichtung von WEA generell von einem gegenüber dem allgemeinen Lebensrisiko signifikant erhöhten Tötungsrisiko auszugehen.

Für die Artengruppe Fledermäuse kann dem erhöhten Tötungsrisiko durch entsprechende Schutzmaßnahmen (Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen) begegnet werden, insbesondere, da mit auf Algorithmen basierenden Abschaltungen eine sehr wirksame Maßnahme zur Verfügung steht. Der Tötungstatbestand wird in diesem Fall nicht mehr ausgelöst, da das Kollisions- und Tötungsrisiko wirksam gemindert wird. Eine vollständige Vermeidung ist weder möglich noch war oder ist dies Gegenstand der fachlichen Konventionen zum Signifikanzrahmen bei Abschaltvorgaben (sowohl vor als auch nach Neufassung des BNatSchG): eine in Kauf zu nehmende, aber nicht zu überschreitende Anzahl an Schlagopfern je WEA und Jahr ist die Grundannahme in Brinkmann et al. (2011) und ebenso in der Berechnung von Abschaltalgorithmen mittels ProBat.

Das BVerfG hat in seinem Beschluss vom 23.10.2018 (Az. 1 BvR 2523/13) ausgehend von einer WEA-Planung eine weitergehende untergesetzliche Maßstabsbildung eingefordert. Die

UMK (2020a) hat daraufhin für Brutvögel einen standardisierten Bewertungsrahmen erarbeitet: In der Sonder-Umweltministerkonferenz vom 11. Dezember 2020 „Windenergienutzung und Artenschutz“ wurde der „Standardisierte Bewertungsrahmen zur Ermittlung einer signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos im Hinblick auf Brutvogelarten an Windenergieanlagen (WEA) an Land – Signifikanzrahmen“ beschlossen. Vergleichbare Ansätze für Fledermäuse existieren bislang nicht. Daher wird das signifikante Tötungsrisiko bislang Brinkmann et al. (2011) folgend in den meisten Bundesländern durch eine nicht zu überschreitende Anzahl der getöteten Tiere pro Anlage und Jahr benannt (vgl. Kap. 5.1.6 in Tab. 10).

4.1.2 Durch WEA ausgelöste Verbotstatbestände im Hinblick auf Fledermäuse

§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG: Tötungs- und Verletzungsverbot

Fledermäuse können an WEA durch Kollision mit den Rotorblättern und durch das sogenannte Barotrauma zu Tode kommen (Vierhaus 2000, Trapp et al. 2002, Dürr & Bach 2004, Hötter et al. 2005). Das Tötungsrisiko beträgt nach derzeitigen Erkenntnissen im Durchschnitt bis zu zwölf Tiere pro WEA und Jahr, wenn die Anlagen nicht im Abschaltmodus laufen (Voigt et al. 2015). An Einzelstandorten kann die Zahl getöteter Tiere stark variieren und auf über 50 ansteigen (Brinkmann et al. 2011). Auch an Waldstandorten ist aufgrund der erhöhten Fledermausaktivität mit höheren Opferzahlen zu rechnen (Müller 2014). Dort üben Zuwegungsschneisen und Rodungsflächen der Anlagen durch ihren Lichtungscharakter auch eine anziehende Wirkung auf im offenen Luftraum jagende Fledermäuse aus und erhöhen so das Tötungsrisiko.

Andere Forschungsergebnisse und Vergleiche mit dem Offenland deuten darauf hin, dass das Kollisionsrisiko für Fledermäuse über dem Wald nicht generell höher ist als im Offenland, zumindest wenn der Abstand zwischen der Rotorspitze und dem Kronendach ausreichend groß ist. Auch sind keine zusätzlichen Arten regelmäßig schlaggefährdet (Reers et al. 2017, Hurst et al. 2020).

§ 44 Absatz 1 Nr. 2 BNatSchG: Störungsverbot

Bislang fehlen eindeutige Belege für die artgruppenspezifische Relevanz der von WEA ausgehenden potenziellen Störfaktoren (Betriebsgeräusche, Windgeräusche an den WEA, Drehbewegung, Befeuern, Barrierewirkung etc.).

§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG: Verbot der Entnahme, Beschädigung oder Zerstörung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten

Der direkte Verlust von Quartieren im Zusammenhang mit der Errichtung von WEA kann bei vorhabenbedingten Gehölzentnahmen auftreten. Dies kann beim Herstellen der Zuwegungen sowohl im Offenland als auch im Wald und, bei Ertüchtigung von Transportwegen für die Schwerlasttransporte, sogar in weitem Umkreis um geplante WEA-Standorte der Fall sein. Bei WEA-Standorten im Wald kommt es meist zur flächigen Rodung des Standortes sowie der Kranstellflächen, was in alt- und totholzreichen Gehölzbeständen zum Verlust vorhandener Quartierstrukturen führt. An Waldstandorten sind nach den jeweiligen Länderleitfäden meist Telemetrieuntersuchungen zur Lokalisation von Fledermaus-Quartieren durchzuführen, woraus Ausschlussbereiche für WEA-Standorte bzw. Ersatzbedarfe abgeleitet werden können. Gebäudequartiere werden in der Regel nicht beeinträchtigt, da zur Bebauung Abstandsregelungen greifen.

Indirekte Verluste von Fortpflanzungs- und Ruhestätten durch Verlust essentieller Flugwege oder Jagdhabitats mit negativer Rückkopplung auf die im Quartier ansässige (Teil-)Population sind durch Errichtung von WEA im Offenland nicht anzunehmen. An Waldstandorten ist dies nicht auszuschließen. Neben dem Lebensraumverlust durch Bau- und Stellflächen der

Anlagen geht durch etwaige notwendige Zuwegungen weiterer Lebensraum verloren (Hurst et al. 2016a). Eng an den Wald gebundene Arten, wie die Bechsteinfledermaus, die Mopsfledermaus oder auch das Braune Langohr, können durch die Rodungsflächen Quartiere, aber auch essenzielle Jagdhabitate verlieren. Indirekt können so Wochenstubenquartiere ihre Funktion auch dann verlieren, wenn sie selbst nicht von den Rodungen betroffen sind, da der Entzug der Jagdhabitate den Quartierstandort entwertet. Jedoch ist die in Anspruch genommene Fläche in Relation zur verfügbaren Gesamtwaldfläche in der Regel so gering, dass für das Vorhandensein essentieller Jagdhabitate Anhaltspunkte aus den Voruntersuchungen erforderlich sind. Im Zuge der nach den jeweiligen Länderleitfäden durchzuführenden Telemetrieuntersuchungen können solche stark frequentierten Flugwege und Jagdhabitate im Vorfeld ermittelt werden.

4.2 Instrumente der Ebene Landes- und Regionalplanung

Instrumente der Ebene Landes- und Regionalplanung dienen dazu, den Windenergieausbau im Hinblick auf die Flächenpotenziale und die Ausbauziele zu steuern. Standortwahl, insbesondere in Verbindung mit einer übergeordneten Planung (z. B. Landes- und Regionalplanung) ist ein wichtiges vorbereitendes Instrument, um eine Gefährdung von Fledermäusen bereits vor der Zulassungsebene zu minimieren.

Nach Landesentwicklungsplänen, in denen Leitvorstellungen der unterschiedlichen Anforderungen an den Raum getroffen und für einzelne Nutzungen und Funktionen des Raums besonders herausgestellt werden, folgt die Regionalplanung. Hier werden die Zielvorgaben konkretisiert und z. B. in Vorranggebiete für Windenergie oder für Natur und Landschaft festgesetzt. Außerhalb von Vorranggebieten, die aktuell auch die bundesweit gesetzten Flächenbeitragswerte räumlich konkretisieren sollen, sind WEA-Planungen zulässig, solange im jeweiligen Bundesland die ausgewiesenen Flächen für die WEA-Errichtung unter dem bundeslandspezifischen Flächenziel liegen.

Als weiteres landesweit gültiges Regelungsinstrument liegen für nahezu alle Bundesländer sogenannte naturschutzfachliche Windkraft-Leitfäden vor, die sich mit dem Besonderen Artenschutz bei Windkraftplanungen auseinandersetzen. Dort werden meist bestimmte Gebietstypen von Windenergieplanungen ausgeschlossen (Tab. 4), wozu u. a. Natura-2000-Gebiete, bestimmte nationale Schutzgebietstypen oder Fledermausquartiere mit einem definierten Schutzzradius gehören können.

Mit der Festlegung des Ausbaupfades in § 4 des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) auf 160 GW im Jahr 2040 sowie die für die Bundesländer geltenden Flächenbeitragswerte in Anlage 1 des Windenergieflächenbedarfsgesetzes (WindBG) liegen nun übergeordnete Zielvorgaben vor. Aktuell wird daher in den Bundesländern an der Umsetzung der Flächenbeitragswerte nach WindBG für die Bezugsdaten 31.12.2027 bzw. 31.12.2032 gearbeitet, was teils Änderungen der Ländergesetzgebung zur Landesentwicklung / Landesplanung erfordert und derzeit einen weit gefächerten Konkretisierungsstand aufweist (vgl. FA Wind 2023).

Die in den Länderleitfäden oder regionalen Planungswerken benannten Ausschlusskriterien gelten trotz der in den vergangenen Jahren ergangenen gesetzlichen Änderungen fort, sofern das Bundesland die neu gesetzten Flächenziele für den Windenergieausbau erfüllen kann. Sie können allerdings auch entsprechend angepasst werden.

Tab. 4: Angaben der Windkraft-Leitfäden der Bundesländer zu Ausschlussgebieten für Windenergienutzung aus Gründen des Naturschutzes. (Stand: September 2021)

Bundesland	Gebiete mit geringem Raumwiderstand	Freihalten von Gebieten, mit direktem oder indirektem Bezug zu Fledermäusen
Baden-Württemberg		Festlegung von Flächen für die Windenergienutzung im Rahmen der Raumordnung oder der Bauleitplanung ist u. a. in Schutzgebieten ausgeschlossen; Pufferzonen um Habitate (siehe Kap. 5.1.1)
Bayern		Festlegung von Flächen für die Windenergienutzung im Rahmen der Raumordnung oder der Bauleitplanung ist in bestimmten Schutzgebieten ausgeschlossen (ggf. Pufferzonen bis 1.000 m), in Natura 2000-Gebieten jedoch möglich, wenn Schutzzweck nicht beeinträchtigt wird
Brandenburg		Festlegung von Flächen für die Windenergienutzung im Rahmen der Raumordnung oder der Bauleitplanung ist in Schutzgebieten (u. a. Landschaftsschutzgebieten) ausgeschlossen; Pufferzonen um Funktionsräume und Quartiere (siehe Kap. 5.1.1)

Bundesland	Gebiete mit geringem Raumwiderstand	Freihalten von Gebieten, mit direktem oder indirektem Bezug zu Fledermäusen
Hessen	Konzentration von Windparks in Räumen mit geringem Raumwiderstand bzw. geringem Konfliktpotenzial (Ausbau auf weniger wertvollen Habitaten)	Festlegung von Flächen für die Windenergienutzung im Rahmen der Raumordnung. WEA-Nutzung ist in Naturschutzgebieten ausgeschlossen, Pufferzonen um Habitate und Quartiere (siehe Kap. 5.1.1)
Nordrhein-Westfalen		keine spezifischen Vorgaben zu Ausschlussgebieten; Pufferzonen um Habitate und Quartiere (siehe Kap. 5.1.1)
Rheinland-Pfalz		Festlegung von Flächen für die Windenergienutzung im Rahmen der Raumordnung oder der Bauleitplanung ist in Naturschutzgebieten ausgeschlossen; Pufferzonen um Habitate und Quartiere (siehe Kap. 5.1.1)
Saarland		Festlegung von Flächen für die Windenergienutzung im Rahmen der Raumordnung oder der Bauleitplanung ist in bestimmten Schutzgebieten ausgeschlossen
Sachsen-Anhalt		Festlegung von Flächen für die Windenergienutzung im Rahmen der Raumordnung oder der Bauleitplanung ist in Schutzgebieten (u. a. Landschaftsschutzgebieten) ausgeschlossen, des Weiteren ist Errichtung grundsätzlich nicht gestattet in Wäldern und an Waldrändern sowie an Fließgewässern und an Standgewässern, Pufferzonen um Habitate und Quartiere (siehe Kap. 5.1.1)
Schleswig-Holstein	Konzentration von Windparks in Räumen mit geringem Raumwiderstand bzw. Konfliktpotenzial	Freihalten von Wäldern; Pufferzonen um Habitate und Quartiere (siehe Kap. 5.1.1)
Thüringen		Festlegung von Flächen für die Windenergienutzung im Rahmen der Raumordnung oder der Bauleitplanung ist in Schutzgebieten ausgeschlossen, Pufferzonen um Habitate und Quartiere (siehe Kap. 5.1.1)

4.3 Instrumente der Ebene Genehmigung

4.3.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

Mit dem weiteren und künftig zunehmenden Ausbau der Windenergie werden verstärkt Standorte in Anspruch genommen, die im Spannungsverhältnis zum Naturschutz stehen. Um den Eintritt von artenschutzrechtlichen Verbotstatbeständen nach § 44 BNatSchG zu verhindern, werden im Wirkungsbereich von Windenergieanlagen verstärkt Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen durchgeführt. Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen sind vorhabenbezogen und dienen der bedarfsgerechten Wahrung der artenschutzrechtlichen Bestimmungen im Einzelfall.

Die Wirksamkeit bestimmter Maßnahmen ist bislang jedoch aus Naturschutzsicht nicht ausreichend untersucht und evidenzbasiert unterlegt. Welche Maßnahmen tatsächlich möglich sind und ob sie ausreichen, um einen Tatbestand der Zugriffsverbote nach § 44 BNatSchG abzuwenden, muss im Einzelfall entschieden werden (Bulling et al. 2015; Blew et al. 2018).

4.3.2 Ausgleichsmaßnahmen

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Rahmen der Eingriffsregelung nach § 15 BNatSchG werden zur Kompensation vorhabenbezogen auftretender Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durchgeführt und setzen überwiegend an der Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes an. Ausgleichsmaßnahmen beinhalten die Wiederherstellung, Verbesserung oder Neuanlage von Lebensräumen. Ebenso können die Nutzung und

Bewirtschaftung der umliegenden Flächen naturnah erfolgen, um die Lebensräume für die im Eingriffsraum betroffenen Arten aufzuwerten (Bulling et al. 2015, Hurst et al. 2016a).

Bei der Errichtung von WEA entsteht für Fledermäuse ein relevanter zu kompensierender Habitatverlust (häufig direkt verbunden mit dem Verlust an Fortpflanzungs- und Ruhestätten) in der Regel durch Verlust von Gehölzen, entweder punktuell (Gehölzentnahmen im Offenland, verbunden mit der Unterbrechung von Jagd-/Leitstrukturen oder dem Verlust von Quartierstrukturen) oder flächig (Rodungen im Zuge von WEA-Standorten im Wald, verbunden mit dem Verlust von Jagdhabitaten strukturgebunden jagender Arten oder von Quartierstrukturen).

Zur Kompensation von Quartierverlusten wird häufig auf das Anbringen von Ersatzquartieren abgestellt. In manchen Fällen gelingt es auch, Altbaumbestände zum Schutz und für die langfristige Entwicklung natürlicher Baumquartiere zu sichern. Funktional ist im Offenland auch die Neuanlage, Verdichtung oder strukturelle Aufwertung von Leitstrukturen zur besseren funktionalen Erschließung der Landschaft für Fledermäuse eine sinnvolle Maßnahme.

Dabei sind nicht erwünschte Wirkungen von Ausgleichsmaßnahmen (z. B. Gehölzpflanzungen oder Ersatzquartiere, die Fledermäuse in kollisionsgefährdete Bereiche lenken) zu vermeiden.

Im Zusammenhang mit Windparkplanungen ist neben der Eingriffsregelung mit den bilanzierten Kompensationserfordernissen der besondere Artenschutz mit seinen Verbotstatbeständen und Anforderungen z. B. an Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen (siehe Kap. 4.3.1) abzuarbeiten. Konkret liegt ein Verstoß gegen das Verbot des § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG (Beschädigungsverbot Fortpflanzungs- und Ruhestätten) nicht vor, soweit die ökologische Funktion der von dem Eingriff oder Vorhaben betroffenen Fortpflanzungs- oder Ruhestätten im räumlichen Zusammenhang weiterhin erfüllt wird (vgl. § 44 Abs. 5 BNatSchG). Soweit erforderlich können hierzu auch sogenannte „vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen“ festgesetzt werden (CEF-Maßnahmen). Mit der Regelung des § 44 Abs. 5 BNatSchG wird unter anderem die Möglichkeit eröffnet, durch Realisierung dieser Maßnahmen ein Eintreten artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände zu verhindern.

Diese Maßnahmen ergeben sich zwar nicht aus der Eingriffsregelung, greifen aber auf den gleichen für die Artengruppe Fledermäuse relevanten Maßnahmenpool zurück. Eine Zusammenstellung der für Fledermäuse relevanten Maßnahmen gibt Kap. 5.2.

4.3.3 Ausnahmen

Die Ausnahme nach § 45 Abs. 7 BNatSchG spielt im Genehmigungsverfahren für WEA eine Rolle, wenn das Vorhaben artenschutzrechtliche Verbote auslösen würde, die nicht vermieden werden können. Die zuständige Behörde prüft, ob die Voraussetzungen für eine Ausnahme von dem betreffenden Verbot vorliegen. Seit der Neuregelung des BNatSchG gelten für die Ausnahme im Rahmen von Windenergievorhaben bestimmte Maßgaben, die die Erteilung einer artenschutzrechtlichen Ausnahme im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens für Windenergieanlagen erleichtert haben und sich an der wirtschaftlichen Zumutbarkeit und den bei der Durchführung von Vermeidungsmaßnahmen erwarteten Ertragsverlusten orientieren.

Die Sicherung des Erhaltungszustandes der betroffenen Art im Rahmen einer Ausnahmeprüfung wird i. d. R. mit der Durchführung von Maßnahmen nachgewiesen, die so konzipiert sind, dass sie die betroffenen Funktionen vollumfänglich übernehmen. Die beschriebenen Maßnahmen werden als Maßnahmen zur Sicherung des Erhaltungszustandes (FCS-Maßnahmen, FCS = favourable conservation status = günstiger Erhaltungszustand) bezeichnet.

Trotz intensiver Untersuchung an Standorten für geplante WEA lassen sich für Fledermäuse jedoch keine fundierten Prognosen zu Auswirkungen von Kollisionsverlusten auf den Erhaltungszustand einer Art bzw. der betroffenen lokalen Population treffen: Die Erkenntnisse beruhen im Wesentlichen auf der Erfassung von akustischen Aktivitäten in einem abgegrenzten Luftraum, ohne den Bezug zur Herkunft der Individuen (dem Standort der lokalen Population) jeder relevanten Art in ausreichendem Maße herstellen zu können. Telemetrische Untersuchungen, die Quartierstandorte lokaler Populationen aufspüren, beziehen sich meist auf Fokusarten (v. a. in Wäldern im Hinblick auf Quartierverlust). Im Offenland ist die Telemetrie kollisionsgefährdeter hochfliegender Arten stark vom Fangerfolg limitiert und wird wenig durchgeführt.

Vom fehlenden Populationsbezug abgesehen sind FCS-Maßnahmen, die für langsam reproduzierende Arten wie Fledermäuse eine Mortalitätserhöhung in dem zu erwartenden Umfang neutralisieren könnten, weder etabliert noch fachlich denkbar.

Mit der Verabschiedung des Klimaschutzgesetzes 2021 ist ein massiver Zubau an Windenergieanlagen erforderlich, dessen erster Schritt bereits kurzfristig die Ausweitung der Flächenpotenziale im Meer und an Land ist. Der Druck seitens der Politik auf den Artenschutz hat immens zugenommen. Damit werden unausweichlich im Hinblick auf den Artenschutz konfliktträchtigere Standorte in die Planung genommen. Die bis Sommer 2022 geltenden Regelungen der Bundesländer in den Windkraftleitfäden zur Anwendung der Ausnahmeregelung sind in Tab. 5 enthalten.

Das Erfordernis der Ausnahmeprüfung ergibt sich unmittelbar durch Überschreiten der Zumutbarkeitsschwelle nach § 45b Abs. 6 BNatSchG.

Mit der Neufassung des WindBG ist eine Ausnahme nach § 6 Abs. 1 Satz 12 WindBG für unter diese Vorschriften fallenden Windenergievorhaben nicht erforderlich. Eine Versagung der Genehmigung von WEA aus Gründen des besonderen Artenschutzes ist nicht möglich.

Mit dem am 3. März 2023 beschlossenen § 6 WindBG als Teil der Novelle des Raumordnungsgesetzes (ROG) entfällt außerdem in bestehenden Windenergiegebieten im Sinne des § 2 Nr. 1 WindBG das Erfordernis einer Umweltverträglichkeitsprüfung und einer speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung für die Errichtung von WEA weitgehend. Welche Auswirkungen dies in der Genehmigungspraxis haben wird, ist derzeit noch nicht umfänglich absehbar. Das Erfordernis von Abschaltungen als einziger wirksamer Vermeidungsmaßnahme für Kollisionen von Fledermäusen bleibt bestehen (vgl. § 6 Abs. 1 Satz 4 WindBG) und BMWK & BMUV (2023) haben zwischenzeitlich klargestellt, dass abweichend von § 6 Abs. 1 Satz. 3 WindBG die Abschaltung zum Schutz von Fledermäusen auch ohne Vorliegen von Daten anzuordnen ist.

Tab. 5: Rechtliche Ausnahmeregelungen nach § 45 Abs. 7 Nr. 5 BNatSchG des Verbots gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG für die einzelnen Bundesländer. Angaben stammen aus den entsprechenden Leitfäden. Stand: September 2021

Bundesland	Ausnahmeregelung
Baden-Württemberg	Abwägung zwischen Artenschutz (Erhaltungszustand der betroffenen Art) und öffentlichem Interesse (gewisser nachgewiesener Stromertrag muss gegeben sein); geplante Standorte dürfen nicht in Dichtezentren des Rotmilans liegen
Bayern	Abwägung zwischen Artenschutz (Erhaltungszustand der betroffenen Art) und öffentlichem Interesse (gewisser nachgewiesener Stromertrag muss gegeben sein); geplante Standorte dürfen nicht in Dichtezentren sensibler Arten liegen
Brandenburg	grundsätzlich möglich; gesetzliche Voraussetzungen sind gegeben
Hamburg	wenn keine Alternativen möglich sind; wenn der Erhaltungszustand betroffener Arten sich nicht verschlechtert

Bundesland	Ausnahmeregelung
Hessen	für Anlagen in Vorranggebieten ist öffentliches Interesse stets gegeben (nur noch punktuell und selten vorkommende Arten wie Fischadler und Wiesenweihe können Ausbau in den WEA-VRG entgegenstehen), liegen in WEA-VRG in der Regel vor, auch wenn Zugriffsverbotes für Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie (FFH-RL) gegeben ist
Mecklenburg-Vorpommern	öffentliches Interesse ist in ausgewiesenen Eignungsgebieten gegeben; Ausnahmeregelung nach § 45 Abs. 7 BNatSchG ist zu prüfen, wenn sich herausstellt, dass innerhalb der Wind-eignungsgebiete eines der artenschutzrechtlichen Zugriffsverbote durch die Errichtung und den Betrieb von WEAs erfüllt werden sollte
Niedersachsen	grundsätzlich möglich
Nordrhein-Westfalen	grundsätzlich möglich; „verfahrenskritische“ Arten sind ausgeschlossen
Rheinland-Pfalz	grundsätzlich möglich
Saarland	grundsätzlich möglich
Sachsen	grundsätzlich möglich bei zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses und der öffentlichen Sicherheit
Sachsen-Anhalt	bei öffentlichem Interesse (gewisser nachgewiesener Stromertrag muss gegeben sein), außerhalb der Verbreitungsschwerpunkte sensibler Arten
Schleswig-Holstein	grundsätzlich möglich
Thüringen	bei ausreichender Windhöufigkeit (keine konkrete Schwellenwerte gegeben); keine Ausnahmen, wenn sensible Arten betroffen sind

5 Fledermäuse

5.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

5.1.1 Räumliche Anordnung

Zur Anordnung der Windenergieanlagen zueinander bzw. in der Landschaft werden in den Leitfäden der Bundesländer bezüglich der Fledermäuse keine Aussagen getroffen.

Entscheidend bei der Standortplanung der WEA ist, dass ein ausreichender Abstand zu Fledermausquartieren (Wochenstuben, Schlafplätzen, Massenwinterquartieren) und zu Flugkorridoren gewahrt werden sollte, da dort mit hohen Fledermausaktivitäten und entsprechend hohem Kollisionsrisiko zu rechnen ist. Flugkorridore stellen lineare geografische (z. B. Gebirgsausläufer, Hangkanten oder Flusstäler) und landschaftliche Elemente (z. B. Waldränder und Hecken) sowie Nahrungshabitate (stehende Gewässer, Flussläufe oder Auen) dar. Es sollte vermieden werden, dass die WEA am Ende einer linienhaften Leitstruktur platziert werden, da dies dazu führen kann, dass die Tiere direkt auf die Anlagen zusteuern und das Kollisionsrisiko steigt. Folglich könnte eine kleinräumige Freihaltung dieser Standorte eine sinnvolle Maßnahme sein (Bulling et al. 2015).

Durch eine geeignete Standortwahl soll das Kollisionsrisiko der Tiere mit WEA reduziert werden. Ein weiterer Aspekt ist, dass der Schutz von essentiellen Habitaten (Fortpflanzungs- und Ruhestätten), die angesichts häufiger Quartierwechsel mittels Quartier- und Raumnutzungstelemetrie nicht vollständig erfasst werden können, durch Ausschluss- und Abstandskriterien mit gewährleistet werden kann (Vorsorgeprinzip). Die in den Leitfäden hierfür angegebene Mindestabstände zu diesen Lebensräumen sind in Tab. 6 aufgeführt. Da bislang keine zu der BNatSchG-Änderung für Vögel vergleichbare bundesweite Regelung für Fledermäuse vorliegt, sind diese auch durch die Neuregelung BNatSchG nicht außer Kraft gesetzt.

Tab. 6: Angaben der Leitfäden zur Standortwahl und Abstandsregeln von WEA für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.

Bundesland	Abstandsregelungen
Baden-Württemberg	200 m Abstand zu Bann- und Schonwäldern empfohlen
Brandenburg	Mind. 1.000 m Abstand: zu Fledermauswochenstuben und Männchenquartieren der besonders schlaggefährdeten Arten mit mehr als etwa 50 Tieren, zu Fledermauswinterquartieren mit regelmäßig > 100 überwinternden Tieren oder mehr als 10 Arten, zu Reproduktionsschwerpunkten in Wäldern mit Vorkommen von > 10 reproduzierenden Fledermausarten, zu Hauptnahrungsflächen der besonders schlaggefährdeten Arten mit > 100 zeitgleich jagenden Individuen Einhalten eines Radius von 200 m: zu regelmäßig genutzten Flugkorridoren, Jagdgebieten und Durchzugskorridoren schlaggefährdeter Arten
Hessen	1.000 m Abstand zu großen Gewässern und Flussläufen, Fortpflanzungs- und Ruhestätten und zu Massenwinterquartieren von schlaggefährdeten Arten, freien Luftraum von mindestens 50 m über den Baumkronen mittelalter Wälder oder Gehölzen in der Landschaft sicherstellen Waldflächen in FFH-Gebieten mit Erhaltungszielen für Fledermausarten sind innerhalb der 1.000-m-Schutzzone um Wochenstuben von WEA frei zu halten
Mecklenburg-Vorpommern	250 m Abstand zu Gehölzrändern mit hoher Aktivität, 500 m zu Gewässern und Feuchtgebieten mit hoher Aktivität, 500 m zu Quartieren der kollisionsgefährdeten Arten mit > 25 Tieren Falls Abstandsregeln nicht eingehalten werden können: Genehmigung der Anlage mit pauschalen Abschaltzeiten
Niedersachsen	50 m Abstand zu Fließgewässern erster Ordnung und stehenden Gewässern (größer 1 ha)

Bundesland	Abstandsregelungen
Nordrhein-Westfalen	1.000 m Abstand zu Quartieren und 300 m Abstand zu Nahrungshabitaten der kollisions- bzw. störungsempfindlichen Arten
Rheinland-Pfalz	1.000 m Abstand zu großen Gewässern und Flussläufen, Tabuzonen im 5.000-m-Radius zu national bedeutenden Massenwinterquartieren von schlaggefährdeten Arten Mindestabstand von KWEA von 20 m: zu Fortpflanzungs- und Ruhestätten (Gebäude, Bauwerke, Höhlenbäume etc.), Flugkorridoren und Nahrungshabitaten (Gehölzreihen, Hecken, Gewässer, Wiesen, künstliche Lichtquellen usw.)
Sachsen	Empfehlung: Anlagenstandorte mit weniger als 100 m Abstand zu Gehölzen oder zum Waldrand sind als äußerst kritisch anzusehen
Sachsen-Anhalt	Errichtung von WEA grundsätzlich nicht stattzugeben in Wäldern und an Waldrändern, an Fließgewässern und an Standgewässern sowie Mindestabstand von 1.000 m zu Reproduktions- und Winterquartieren aller Fledermausarten
Schleswig-Holstein	1.000 m Abstand zu Fledermauswinterquartieren mit regelmäßig mehr als 100 überwinternden Individuen und Massenwinterquartieren mit weit mehr als 1.000 überwinternden Individuen, speziell Levensauer Hochbrücke und Segeberger Kalkberghöhle 3.000 m Abstand, 500 m Abstand zu Städten und ländlichen Siedlungen ohne Einzellagen und Fließgewässern 1. Ordnung und zu stehenden Gewässern > 1 ha (Ausgenommen sind stehende Gewässer an der Westküste mit einem Salzgehalt von > 0,1 ‰) Wälder < 10 ha mind. 200 m Abstand, für Wälder > 10 ha mind. 500 m Abstand (kann für Wälder > 10 ha nur eine geringere Bedeutung des Waldes für Fledermäuse nachgewiesen werden, so ist der Abstand bis auf 200 m verringierbar) mind. 1.000 m Abstand zu Migrationsräumen, in denen regelmäßig mehr als 50 migrations-/wanderfähige Fledermäuse zur Migrationszeit in einem kurzen Zeitabschnitt (ca. 30 bis 60 min.) beobachtet werden oder/und in denen sehr hohe Aktivitäten von migrations-/wanderfähigen Fledermäusen zur Migrationszeit registriert werden, zu sehr bedeutsamen Jagdräumen (Gebiete, in denen mehr als 50 gleichzeitig jagende Fledermäuse beobachtet werden) und zu tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren
Thüringen	Laub- und Laubmischwälder ab Alter ≥ 100 Jahre meiden mind. 1.000 m Abstand zu größeren Stillgewässern ab 0,5 ha, Flussläufen, bedeutenden artenreichen, unterirdischen Lebensstätten, Fledermaus FFH-Objekten mind. 200 m Abstand zu Waldrand, linienförmigen Gehölzreihen und Wochenstubenquartieren/Quartieren baumhöhlenbewohnender Arten mind. 5.000 m Abstand zu Winterquartieren schlaggefährdeter Arten ab 50 Individuen und zu Wochenstubenquartieren der schlaggefährdeten Arten Rauhauffledermaus, Abendsegler und Kleinabendsegler Für Fließgewässer 1. Ordnung und stehende Gewässer wird ein Abstand von 100 m, bei Gewässern 2. Ordnung 50 m empfohlen

5.1.2 Anlageneigenschaften

Bezüglich der Anlageneigenschaften besteht für Fledermäuse das Gefahrenpotenzial im Bereich der Gondel und der Rotoren. Es gilt hierbei die Anlage so zu optimieren, dass Kollisionen und Tötungen verhindert werden können. Maßnahmen der Leitfäden zur Anlagenoptimierung sind in Tab. 7 zusammengestellt.

Tab. 7: Angaben der Leitfäden zu Maßnahmen zur Anlagenoptimierung zur Kollisionsreduzierung für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.

Bundesland	Anlagendesign	Anlagengröße
Bayern	Vergitterung der Gondelöffnungen oder Anbringen von Bürsten (Vorbeugung von Verletzungen von Fledermäusen)	-
Brandenburg	-	auf großen Abstand zwischen dem Boden bzw. zwischen Kronentraufe und der Spitze des Rotorblattes achten, in Wäldern Anlagetypen mit geringem Rotordurchmesser einsetzen
Mecklenburg-Vorpommern	-	Das Kollisionsrisiko sinkt in einigen Einzelfällen mit der Anlagenhöhe, in anderen steigt es. Ein klarer Trend ist bisher nicht erkennbar. Durch Repowering wird das Kollisionsrisiko nicht automatisch reduziert.
Niedersachsen	Gestaltung möglichst unattraktiver Mastfußbereiche	möglichst großer Abstand zwischen Geländeoberfläche und unterer Rotorspitze durch eine geeignete Nabenhöhe
Nordrhein-Westfalen	Änderungen der Projektgestaltung, insbesondere die Standortwahl; Reduzierung der Mastfußflächen und Kranstellplätze auf das unbedingt erforderliche Maß	-
Rheinland-Pfalz	Mastfuß-Umgebung und Kranstellflächen auf notwendiges Maß reduzieren; Vergitterung der Gondelöffnungen (Maschenweite max. 1 cm) oder Anbringen von Bürsten; Vorhabenstandorte optimieren Für KWEA: Einhausung (Schutzgitter) der KWEA, Optional Kapselung des Nabengehäuses und Verzicht auf Abspannseile	-
Saarland	Vergitterung (Maschenweite max. 1 cm) der Gondelöffnungen	-
Sachsen-Anhalt	Änderungen bei der Projektgestaltung, Vermeidung der Entwicklung von Strukturen in unmittelbarer Umgebung des Mastfußes	-
Schleswig-Holstein	Standortmeidung; Mastfußbereich der WEA möglichst klein halten und auf vertikale Strukturen möglichst verzichten; Aufschüttungen im Mastfußbereich (u. a. Mist, Schotter) unterlassen; engmaschige Gitter bzw. flexible Dichtungslippen/-bürsten an Öffnungen der Gondel	-

5.1.3 Vermeidung von Anlockung

Bezüglich der Fledermäuse ist die Anlockung von Tieren durch geeignete Vermeidungsmaßnahmen zu verhindern, um daraus resultierende Kollisionsrisiken zu vermeiden. Die unmittelbaren Bereiche um die WEAs müssen dahingehend unattraktiv beschaffen sein, dass sie nicht als potenzielle Nahrungsgebiete und Migrationswege aufgesucht werden. Rodrigues et al. (2016) gibt an, dass bei der Errichtung und dem Betrieb eines Windparks alle bekannten Faktoren, die dazu führen können, Fledermäuse in den Bereich des Windparks und zu den WEA zu locken, beseitigt werden müssen.

Zur Vermeidung von Attraktionswirkungen und Kollision empfehlen Bulling et al. (2015) die Blinkfrequenz der Anlagen zu reduzieren und das Beleuchtungsregime zu synchronisieren. Ab 2023 ist der Einsatz von bedarfsgesteuerter Nachtkennzeichnung an WEA verpflichtend, so dass eine Attraktionswirkung beleuchteter Anlagen in der Zukunft kaum noch eine Rolle spielen wird.

Eine Übersicht zu möglichen Maßnahmen zur Anlockreduzierung ist in Tab. 8 dargestellt.

Mit solchen Maßnahmen nicht erfassbar ist jedoch das Attraktionspotenzial, dass aus dem Vorhandensein der WEA an sich resultiert. Die prominenten vertikalen Turmbauwerke werden von einigen Fledermausarten als potenzielle Quartierstrukturen aufgesucht und erkundet.

Tab. 8: Angaben der Leitfäden zur Vermeidung von Anlockung für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.

Bundesland	Vermeidung von besonders attraktiven Nahrungsflächen im Nahbereich von WEA
Bayern	Mastfußfläche klein halten (lockt durch möglichen Strukturreichtum), Empfehlungen zur landschaftspflegerischen Gestaltung (Verzicht auf Strukturen, die Fledermäuse anziehen)
Hessen	Empfehlungen zur landschaftspflegerischen Gestaltung (Verzicht auf Strukturen, die Fledermäuse anziehen)
Niedersachsen	Keine Entwicklung von Strukturen zulassen, die auf WEA-empfindliche Arten attraktive Wirkungen ausüben (z. B. Teiche, Baumreihen, Hecken) bzw. Gestaltung möglichst unattraktiver Mastfußbereiche
Nordrhein-Westfalen	Reduzierung der Mastfußflächen (lockt durch möglichen Strukturreichtum) und Kranstellplätze auf das unbedingt erforderliche Maß, Empfehlungen zur landschaftspflegerischen Gestaltung (Verzicht auf Strukturen, die Fledermäuse anziehen)
Rheinland-Pfalz	Mastfuß-Umgebung und Kranstellflächen auf notwendiges Maß reduzieren (lockt durch möglichen Strukturreichtum), Empfehlungen zur landschaftspflegerischen Gestaltung (Verzicht auf Strukturen, die Fledermäuse anziehen)
Saarland	Mastfußfläche klein halten (lockt durch möglichen Strukturreichtum), Empfehlungen zur landschaftspflegerischen Gestaltung (Verzicht auf Strukturen, die Fledermäuse anziehen)
Sachsen-Anhalt	Vermeidung der Entwicklung von Strukturen in unmittelbarer Umgebung des Mastfußes
Schleswig-Holstein	Mastfußbereich der WEA möglichst klein zu halten und auf vertikale Strukturen möglichst zu verzichten; Aufschüttungen im Mastfußbereich (u. a. Mist, Schotter) unterlassen

5.1.4 Weglockung

Bulling et al. (2015) geben zur gezielten Weglockung von Tieren zu bestimmten Flächen abseits der Windparks zwei Maßnahmentypen an, zum einen die natürliche Habitatoptimierung abseits der WEA und zum anderen die Einrichtung künstlicher Nistmöglichkeiten abseits der WEA-Standorte. Eine Übersicht zu Maßnahmen ist in Tab. 9 verdeutlicht.

Für Fledermäuse stehen hinsichtlich einer gezielten Ablenkungswirkung aus risikoreichen Bereichen bisher Nachweise aus. Grundsätzlich ungeeignet sind Ablenkungsmaßnahmen für die besonders von Kollisionen betroffenen migrierenden Fledermausarten. Die Neuschaffung und Verbesserung von Jagdhabitaten abseits von Windparks wäre zu begrüßen, deren Umsetzung und dauerhafte Sicherung ist jedoch eine große Herausforderung. Die Einrichtung künstlicher Nisthilfen in Form von Fledermauskästen ist für viele Windparks, die auf landwirtschaftlichen Nutzflächen errichtet werden, wenig erfolgversprechend und somit kritisch zu sehen.

Tab. 9: Angaben der Leitfäden zu Weglockungsmaßnahmen für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.

Bundesland	Weglockungsmaßnahmen
Brandenburg	Einrichtung von Kastenquartieren einschließlich deren Pflege und Erfolgskontrolle mindestens für die Laufzeit der Anlagen; Errichtung von Gebäudequartieren oder Quartierbauten (Rocket-Boxen, Fledermausmauern, Fledermauspavillons) entsprechend den Quartieransprüchen der jeweiligen Art; Aufwertung oder Neuanlage von Jagdhabitaten
Hessen	Aufwertung geeigneter Lebensräume zur Verbesserung des Quartierangebotes und Neuschaffung und Verbesserung von Jagdhabitaten
Niedersachsen	passive Umsiedlung durch Habitatoptimierung/-neuanlage abseits der Anlagen
Nordrhein-Westfalen	Einsatz von Nistkästen / Nisthilfen nur als Übergangslösung, in Kombination mit anderen Lebensräumen verbessernden Maßnahmen; Schaffung attraktiver Nahrungshabitate abseits der WEA; Installation von Fledermauskästen, Entwicklung / Förderung von Baumquartieren, Anlage von Spaltenquartieren und linienhaften Gehölzstrukturen
Rheinland-Pfalz	Schaffung zusätzlichen Quartierangebotes (Fledermauskästen)
Saarland	Neuschaffung und Verbesserung von Jagdhabitaten z. B. Stillgewässern
Sachsen-Anhalt	Anlage von geeigneten, kleinparzelligen Nahrungshabitaten
Thüringen	Fledermauskästen in Laubwaldbeständen aufhängen, Vernetzung von Kernlebensräumen durch Pflanzung von Leitstrukturen; Umwandlung von Ackerland oder Intensivwiesen in parkartige Landschaften mit Pflanzung von Laub-Hochstämmen; Anlage von Waldtümpeln

5.1.5 Vergrämung

Eine lokale Vergrämung von Fledermäusen ist durch den Einsatz von Ultraschall und Radarwellen möglich (Arnett & Baerwald 2013, Bulling et al. 2015). Bisher sind jedoch noch keine akustischen, visuellen (Licht) und elektromagnetische Abschreckungsmaßnahmen für in Deutschland vorkommende Fledermausarten nachgewiesen, die ein wirksames Annähern von Fledermäusen an WEA verhindern. Somit können Vergrämungsmaßnahmen nicht als praktikable Verminderungsstrategie betrachtet werden, um Todesfälle zu vermeiden (Rodrigues et al. 2016). Die Leitfäden der Bundesländer geben keine Maßnahmen zur Vergrämung von Fledermäusen an. Lediglich Hessen und Thüringen merken an, dass technische Maßnahmen zur Reduktion des Kollisionsrisikos (Ultraschallwarnungen, Beleuchtung der Anlage, Reduktion der Quartierattraktivität durch Vermeiden von Spalten) nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht möglich bzw. wirksam sind, um eine Schadensbegrenzung zu erreichen.

5.1.6 Betriebsregulierung

Eine Reduktion des Kollisionsrisikos schlaggefährdeter Fledermausarten kann nachweislich durch die Abschaltung der WEA in Zeiträumen hoher Fledermausaktivität erreicht werden (Brinkmann et al. 2011). Niermann et al. (2015) zeigten im Forschungsprojekt RENEBAT II, dass bei der Untersuchung von 16 WEA zwischen Juli und Oktober 18 Schlagopfer an WEA ohne Abschaltung gegenüber 3 Schlagopfern an WEA mit Abschaltung auftraten.

Um das Kollisionsrisiko möglichst stark zu senken, müssen die Abschaltungen an Zeiträume erhöhter Aktivität der Fledermäuse (d. h. an problematische Zeiträume) angepasst werden. Der standardisierte Betriebsalgorithmus kann auf Basis einer genaueren Ermittlung der standortspezifischen Konfliktzeiträume und -parameter mittels akustischer Erfassung auf Gondelhöhe spezifiziert werden. Da bei den Erfassungsdaten kein eindeutiger Populationsbezug besteht und generell nicht erfassbar ist, welche Tiere welcher Herkunft sich wie oft im Umfeld der WEA aufhalten, kann ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Allerdings kann die Steuerung der WEA anhand der erfassten Aktivitätsdaten so optimiert werden, dass summarisch eine bestimmte Kollisionsopferzahl je WEA mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird. Die Berechnung von standortspezifischen, fledermausfreundlichen Betriebsalgorithmen ist mit der App ProBat 7 möglich (ProBat 2022). Hilfsweise wird angenommen, dass diese Risikominderung ausreicht, ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko nicht eintreten zu lassen. Der Schwellenwert (d. h. „erlaubte“ Schlagrate je WEA) wird im Sinne einer Risikominderung kleiner als 2 Tiere / WEA und Jahr angenommen. Für manche Arten werden geringere Werte genutzt, wobei die Praxisrelevanz dieser artspezifischen Werte teils fraglich ist, da in den Datenerfassungen oft nicht artspezifisch ausgewertet wird bzw. relevante Aktivitätsanteile nur auf Gattungsebene bestimmbar sind.

Eine Übersicht der Abschaltalgorithmen der Bundesländer ist in Tab. 10 gegeben.

Der Umfang der Abschaltung ist weiterhin entsprechend der länderspezifischen Leitfäden und den in Tab. 10 genannten Kriterien umzusetzen (BMWK 2023).

Tab. 10: Angaben der Leitfäden zum Abschaltalgorithmus der Anlagen für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.

Bundesland	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus	Kriterien für die Abschaltung
Baden-Württemberg	die Zahl der Schlagopfer je Anlage und Jahr sollte bei unter 2 liegen	Windgeschwindigkeiten < 6 m / s und Temperatur von mindestens 10°C in Gondelhöhe Im zweiten Betriebsjahr wird das Monitoring fortgesetzt. Die pauschalen Abschaltzeiten während des Monitorings können basierend auf den Ergebnissen des Monitorings aus dem ersten Betriebsjahr angepasst werden.
Bayern	die Zahl der Schlagopfer je Anlage und Jahr sollte bei unter 2 liegen	Abschaltmechanismus ab 0,2 mm/h Niederschlag und Temperatur > 10°C, Abschaltung 1 Stunde vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang, Windgeschwindigkeit < 6 m / s
Brandenburg	Für Abendsegler und die Raufledermaus wird eine jährliche Schlagopferzahl von 1,0 Individuen pro WEA und Jahr, für Zwergfledermaus 2,0 Individuen pro WEA und Jahr und für Kleinabendsegler und Zweifarbfledermaus < 0,5 Individuen pro WEA	Zeitraum zw. Mitte Juli bis Mitte September, bei Windgeschwindigkeiten in Gondelhöhe unterhalb von 5 m / s, Lufttemperatur ≥ 10°C im Windpark, in der Zeit von 1 Stunde vor Sonnenuntergang bis 1 Stunde vor Sonnenaufgang, kein Niederschlag

Bundesland	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus	Kriterien für die Abschaltung
	und Jahr angesetzt	
Hessen	die Zahl der Schlagopfer je Anlage und Jahr sollte bei unter 2 liegen	Zeitraum zw. 01.04. – 31.10., 1 h (neuer Leitfaden: 0,5 h) vor Sonnenuntergang bis 1 h nach Sonnenaufgang, Niederschlagsgrenzwert von 0,2 mm/h, Windgeschwindigkeiten < 6 m / s und ab 10°C Lufttemperatur, neuer Leitfaden: artspezifische Differenzierung des Abschaltalgorithmus, sofern kein Auswertungs-Tool verwendet wird, ist möglich
Mecklenburg-Vorpommern	maximal 2 Schlagopfer je WEA und Jahr sind die in M-V sehr seltenen Arten Kleinabendsegler, Zweifarbflodermas (und ggf. Nordflodermas) betroffen, so sind ggf. niedrigere Schwellenwerte (< 2 Schlagopfer je WEA und Jahr) erforderlich	Zeitraum zw. 01.05. – 30. 09. (Standorte im Umfeld bedeutender Flodermaslebensräume), 10.06. – 30.09. (für alle anderen Standorte), 1 h vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang, bei < 6,5 m / s Windgeschwindigkeit in Gondelhöhe, Niederschlag < 2 mm/h
Niedersachsen	-	Zeitraum zw. Frühjahrszug/Bezug der Wochenstuben 01.04. – 30.04., Wochenstubenzeit 01.05. bis 31.07. und Herbstzug/Bezug der Winterquartiere 15.07. bis 31.07., Windgeschwindigkeiten < 6 m / s in Gondelhöhe, Temperaturen > 10°C und kein Niederschlag
Nordrhein-Westfalen	-	Zeitraum zw. 01.04. – 31.10. in Nächten mit geringen Windgeschwindigkeiten (< 6 m / s) in Gondelhöhe, Temperaturen > 10°C und keinem Niederschlag
Rheinland-Pfalz	die Zahl der Schlagopfer je Anlage und Jahr sollte bei unter 2 liegen	Parallel zu Gondelmonitoring an Standorten mit erwartet hoher Aktivität kollisionsgefährdeter Arten: 1. Jahr 01.04. – 31.08. 1 h vor SU bis SA, 01.09. bis 31.10. 3 h vor SU bis SA; < 6 m / s und ab 10 °C Temperatur (in Gondelhöhe); dann Festlegung Abschaltalgorithmus, 2. Monitoring-Jahr Für KWEA: Abschaltung der KWEA vom 15.03 bis 15.11 zwischen kalendarischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang, eventuell mit zusätzlichen Wetterparametern bei Windgeschwindigkeiten von ≤ 7,5 m / s und Temperaturen von ≥ 10°C.
Saarland	die Zahl der Schlagopfer je Anlage und Jahr sollte bei unter 2 liegen Bei selteneren Arten mit zusätzlich bekanntem höherem Schlagrisiko (z. B. Abendsegler und Kleinabendsegler, Flughautflodermas) kann nur der Verlust 1 Tieres pro Jahr als zulässig bewertet werden.	Zeitraum zw. Anfang April und Ende Oktober, nachts (Zeit zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang), Windgeschwindigkeit < 6 m / s, bei Windgeschwindigkeit < 7 m / s sofern die Arten: Abendsegler oder Kleinabendsegler oder Flughautflodermas vorkommen, und ab 10°C Temperatur
Sachsen	-	Zeitraum zw. Juli bis Ende August, bei Nachttemperaturen > 9°C und/oder Windgeschwindigkeiten < 6,5 m / s
Sachsen-Anhalt	Ob ein signifikant erhöhtes Risiko vorliegt, ist jeweils im Einzelfall in Bezug auf die Lage der WEA, die jeweiligen Artvorkommen und das Schlagrisiko zu klären.	Zeitraum zw. 01.04. bis 31.10. von 1 h vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang, in Nächten mit geringen Windgeschwindigkeiten (< 6,5 m / s) in Gondelhöhe und Temperaturen ≥ 10°C und bei Dauerregen Dauerregen ist gegeben, wenn über einen Zeitraum von 6 Stunden ununterbrochen mehr als 0,5 mm Niederschlag je Stunde gefallen sind.

Bundesland	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus	Kriterien für die Abschaltung
Schleswig-Holstein	Ab einer Anzahl von 20 Individuen sind technische Lösungen zu prüfen, um erhebliche Beeinträchtigungen zu minimieren	Zeitraum zw. 10.07. bis 30.09. (migrierende Tiere) und zw. 10.05. – 30.09 (lokale Population) von 1 h vor Sonnenuntergang bis 1 h nach Sonnenaufgang, bei Windgeschwindigkeiten in Gondelhöhe < 6 m / s, Lufttemperatur > 10°C. Als zusätzlicher Parameter kann die Niederschlagsfreiheit, die mit einer Niederschlagsintensität von weniger als 0,5 mm/h definiert wird, in die Inhaltsbestimmung aufgenommen werden. Dies gilt jedoch nur unter der Voraussetzung, dass seitens des Antragsstellers ein akzeptabler Niederschlagssensor beantragt wird und eine regelmäßige und dauerhafte Niederschlagsmessung nachweislich möglich ist.
Thüringen	die Zahl der Schlagopfer je Anlage und Jahr sollte bei unter 1 liegen	Zeitraum zw. 15.03. bis 31.10. in der Zeit von 1 h vor Sonnenuntergang bis 1 h nach Sonnenaufgang, bei Temperaturen ab 10°C und Windgeschwindigkeiten ≤ 6 m / s

5.1.7 Repowering und Rückbau

Die Bundesländer treffen in ihren Leitfäden nur vereinzelt Aussagen bezüglich des Untersuchungsumfangs und angezeigter Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen bei Repowering und Rückbau von WEA. Die vorhandenen Aussagen betreffen im Wesentlichen die Betriebszeitenregulierung mit begleitendem Gondelmonitoring. Hessen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt geben an, dass beim Repowering und der Erweiterung des WEA-Bestandes an geeigneten Altanlagen ein Gondelmonitoring durchzuführen ist, wenn keine ausreichenden naturschutzfachlichen Daten zum WEA-sensiblen Fledermausarten-Spektrum vorliegen, anhand derer das signifikant erhöhte Tötungsrisiko von Fledermäusen bewertet werden kann. Mecklenburg-Vorpommern fordert ein zweijähriges Gondelmonitoring, Schleswig-Holstein dagegen empfiehlt die Erfassung der Kollisionsopfer und eine „Ultraschall-Langzeitüberwachung“ bei Repowering und Erweiterung bestehender Windparks. Thüringen trifft Aussagen zum Untersuchungsraum und -umfang, der sich bei Repowering auf einen engeren Bereich um die bestehenden bzw. neuen WEA beschränken und ggf. bereits vorhandene gleichwertig erhobene Daten nutzen kann.

Wie die Umsetzung der Neuregelungen des BNatSchG sich auf die Realisierung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen beim Repowering auswirken werden, kann derzeit nicht abgeschätzt werden.

5.2 Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen des besonderen Artenschutzes

Im § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG wird das Zugriffsverbot hinsichtlich der Zerstörung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten geregelt. Dies ist insbesondere regelmäßig bei Zulassungen von WEA im Wald relevant. In der Tab. 11 wird eine Übersicht der in den Windkraft-Leitfäden der Bundesländer empfohlenen CEF-Maßnahmen zur Gewährleistung der kontinuierlichen ökologischen Funktionalität ggf. betroffener Fortpflanzungs- und Ruhestätten gegeben.

Tab. 11: Angaben der Leitfäden zu Ausgleichsmaßnahmen für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.

Bundesland	Maßnahmen
Bayern	Vermeidung von Fällungen und Beeinträchtigungen von Brut- und Quartierbäumen
Brandenburg	Erhalt von alten Höhlenbäumen, stehendem Totholz und Altholzbeständen; Einrichtung von Kastenquartieren einschließlich deren Pflege und Erfolgskontrolle mindestens für die Laufzeit der Anlagen; Erhalt und Neubau von baulichen Anlagen, die als Winterquartiere dienen; Errichtung von Gebäudequartieren oder Quartierbauten (Rocket-Boxen, Fledermausmauern, Fledermauspavillons) entsprechend den Quartieransprüchen der jeweiligen Art; Aufwertung oder Neuanlage von Jagdhabitaten
Hamburg	Fledermauskästen anbringen, die verlorengehende Nistmöglichkeiten ersetzen; Gehölzpflanzungen, die verlorengehenden Lebensraum kompensieren, Anlage von Gewässern
Hessen	Gestaltung der Lebensräume relevanter Arten im WEA-Umfeld; Aufwertung geeigneter Lebensräume zur Verbesserung des Quartierangebotes und Neuschaffung und Verbesserung von Jagdhabitaten
Niedersachsen	passive Umsiedlung durch Habitatoptimierung/-neuanlage abseits der Anlagen
Nordrhein-Westfalen	Die Erhöhung des Alt-/ Totholzanteils in Waldbeständen durch Nutzungsverzicht stellt eine naturschutzfachlich, zur Förderung von Waldfledermausarten besonders sinnvolle Maßnahme dar; generell können Nistkästen / Nisthilfen nur als Übergangslösung, in Kombination mit anderen Lebensraum verbessernden Maßnahmen, eingesetzt werden; Erhöhung des Altholzanteiles in Waldbeständen; Schaffung attraktiver Nahrungshabitate abseits der WEA; Installation von Fledermauskästen, Entwicklung / Förderung von Baumquartieren, Anlage von Spaltenquartieren und linienhaften Gehölzstrukturen
Rheinland-Pfalz	Schaffung zusätzlichen Quartierangebotes (Fledermauskästen); punktuelle Sicherung bekannter Winterquartiere; Nutzungsverzicht in Waldrefugien, Biotopbaumgruppen oder bei einzelnen Biotopbäumen; weitere Informationen siehe Arbeitshilfe Mopsfledermaus (2018)
Saarland	punktuelle Sicherung bekannter Winterquartiere (z. B. fledermausgeeignete Vergitterung der Eingänge von Erzstollen; Lebensraumaufwertung in Waldflächen; Verbesserung des Quartierangebotes in Waldflächen; Neuschaffung und Verbesserung von Jagdhabitaten (Entnahme von Fichten oder anderen Fremdgehölzen, das Freistellen von älteren eingewachsenen Eichen in Laubwaldbeständen, das Auflichten von dichten Beständen, die forstliche Extensivierung, die Nutzungsaufgabe oder die Förderung von Totholz sowie die Anlage von Stillgewässern steigern die funktionale Qualität von Jagdhabitaten)
Sachsen-Anhalt	Anlage von geeigneten, kleinparzelligen Nahrungshabitaten
Thüringen	Verbesserung des Quartierangebotes von Fledermäusen in Wäldern durch einen Nutzungsverzicht in Arealen mit Höhlenbäumen; Kartierung und Markierung von Höhlenbäumen sowie begleitenden Strukturbäumen; Fledermauskästen in Laubwaldbeständen aufhängen, Vernetzung von Kernlebensräumen durch Pflanzung von Leitstrukturen; Umwandlung von Ackerland oder Intensivwiesen in parkartige Landschaften mit Pflanzung durch Laub-Hochstämme; Anlage von Waldtümpeln

5.3 Ökologie und Gefährdung windenergiesensibler Arten

5.3.1 Gefährdung von Fledermäusen durch Kollisionen an WEA

5.3.1.1 Überblick zur Kollisionsgefährdung

Dass WEA für Fledermäuse ein Kollisionsrisiko darstellen, zeigen die Ergebnisse unterschiedlicher Forschungen in den letzten Jahren und die sich mehrenden Meldungen von Totfunden an die zentrale Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. Wie hoch das Kollisionsrisiko im Einzelfall pro WEA oder Windpark ausfallen kann, ist dabei jedoch schwer zu ermitteln. Hierbei spielen die Anlagenkonfiguration und der Standort der WEA eine entscheidende Rolle. Des Weiteren ist die Kollisionsgefahr aufgrund artspezifischer Verhaltensweisen sehr unterschiedlich. Unabhängig davon steigt die Kollisionsanfälligkeit allgemein mit der Verweildauer der Tiere in der Höhe und mit der Anzahl des Durchfliegens durch die Anlagenflügel (Roemer et al. 2017).

Korner-Nievergelt et al. (2011) geben an, dass in Deutschland an WEA unabhängig von deren Anlagenkonfiguration im Schnitt mehr als zehn Individuen pro WEA und Jahr verunglücken. Für 8 bzw. 32 untersuchte Anlagen an Waldstandorten in Südwestdeutschland berechneten Brinkmann et al. (2006b) unter Berücksichtigung der Sucheffizienz, Abtragate und Flächenfaktor Schlagzahlen von durchschnittlich 11,8 bzw. 20,9 toter Fledermäuse pro Anlage und Jahr ohne Betriebsregulierung. Niemann et al. (2011) berechneten für 30 untersuchte Anlagen eine durchschnittliche Kollisionsrate von 9,5 Individuen pro WEA im Zeitraum von Juli bis September bei Rotordurchmessern von 66 m bis 80 m. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die verfügbaren Schätzwerte zur Mortalität von Fledermäusen an WEA zwischen Standorten, geografischen Regionen, Erfassungsmethoden und Anlagentypen variieren und in Deutschland zwischen zwei bis zu mehr als 20 getöteten Fledermäusen pro WEA und Jahr liegen (Voigt 2020). Für Deutschland liegen bisher 3.912 gemeldete Schlagopfer an WEA von 18 Fledermausarten vor (Dürr 2021a). Die Fundmeldungen beruhen auf Freiwilligkeit und umfassen sowohl systematische Absuchen als auch Zufallsfunde.

Die errechnete Schlagopferzahl an untersuchten „Miniwindanlagen“ fällt deutlich niedriger aus und beträgt im Offenland mindestens 0,08 pro KWEA und Jahr (Thomsen et al. 2020) bzw. nach Moyle (2016) 0,81 Individuen pro KWEA pro Jahr.

Beobachtungen zeigen, dass Fledermäuse in Gondelhöhe bei Windgeschwindigkeiten bis 7,5 m / s noch aktiv sind. Erst über 7,5 m / s nimmt die Aktivität merklich ab. Auch bei höheren Windgeschwindigkeiten, im Maximum bis 10,9 m / s, ist immer noch Fledermausaktivität an den Anlagen zu beobachten (Brinkmann et al. 2006a, 2011). Mit Zunahme der Windgeschwindigkeit nahm auch bei Untersuchungen durch Cryan et al. (2014) die Anzahl der Anflüge an die Turbine ab und die Tiere zeigten vermehrt eine Annäherung an die Turbine von der Leeseite. Auch Gorresen et al. (2015) konnten dies beobachten. Wellig et al. (2018) beobachteten jedoch eine Abnahme der Gesamtaktivität von Fledermäusen auf unter 5 % bei Windgeschwindigkeiten von 5 m / s im Bereich der Rotorblätter in 50 – 150 m über dem Boden. Untersuchungen zeigten, dass eine Erhöhung der Einschaltwindgeschwindigkeit von 3,0 m / s auf 5,0 m / s und 6,5 m / s die Fledermaustodesfälle um 58 % bzw. 75 % verringerte (Schirmacher et al. 2017). Eine ähnliche Studie, bei der eine Erhöhung der Einschaltwindgeschwindigkeit von 4,0 m / s auf 6,0 m / s umgesetzt wurde, verringerte die Mortalität um das 1,52 – 4,45-fache bei einem Energieverlust von ca. 1 % pro Jahr (Martin et al. 2017). Diese Erkenntnisse zeigen, dass eine gute Anpassung des Abschaltalgorithmus erforderlich ist, um das Kollisionsrisiko niedrig zu halten.

Die Bundesländer geben diesbezüglich recht unterschiedliche Kriterien für die Abschaltung an (Tab. 10 in Kapitel 5.1.6). Dabei werden Windgeschwindigkeitsschwellenwerte von

< 5 m / s, < 6 m / s, < 6,5 m / s, < 7 m / s und < 7,5 m / s bei einer Mindesttemperatur von 10°C für die Abschaltung veranschlagt. Die weniger restriktive Abschaltung erst bei Windgeschwindigkeiten < 5 m / s erfolgt nur in Brandenburg, dem Bundesland mit den mit Abstand höchsten bekannten Kollisionsofferzahlen.

Kollisionen erfolgen vor allem im Spätsommer und Herbst. Die Tiere verunglücken dabei während ihrer Streif- und Zugphase (Dürr 2003, Hötter et al. 2005). Vor allem Langstreckenzieher im freien Luftraum sind betroffen (Hurst et al. 2016b). Auch ist in dieser Zeit mit einer erhöhten Insektenaktivität im Rotorraum zu rechnen, da sich manche Insekten gern im Bereich der Baumwipfel sammeln und die Anlagen strukturell als solche angesehen werden können. Gorresen et al. (2015) weisen eine Korrelation zwischen dem Auftreten von Fledermäusen in der Nähe der Turbinen mit dem Auftreten von Insekten im Spätsommer und Herbst nach. Jungtiere scheinen nicht stärker betroffen zu sein als adulte Tiere (Dürr 2007). Reinhard & Günther (2013) geben jedoch an, dass Jungtiere durch quarternahe KWEA-Standorte in ihrer Fluglernphase gegenüber den adulten Tieren eher gefährdet sind.

Gorresen et al. (2017) dokumentierten, dass hawaiianische fliegende Fledermäuse oft auf die Echoortung im Bereich der WEA verzichten. Es gibt Hinweise darauf, dass heimische Arten in bestimmten Flugsituationen ebenfalls nicht orten. Dadurch sind sie mit gängigen Erfassungsmethoden nicht immer nachweisbar, was Auswirkungen auf die Einschätzung der Betroffenheit haben kann, auch bei Dauererfassungen wie Gondelmonitorings.

Die Interaktionen mit WEA stellen etwa seit der Jahrtausendwende eine der häufigsten Todesursachen für Fledermäuse dar (O'Shea et al. 2016). Dies umfasst die direkte Kollision mit den Rotoren sowie indirekte Einwirkungen (Druckunterschiede hinter sich drehenden Rotorblättern mit der Folge von Lungenschäden und weiteren inneren Verletzungen), die zu letalen Verletzungen führen können. Zusammengefasst werden die indirekten Einwirkungen als Barotrauma bezeichnet (Thomsen et al. 2020). Flügelbrüche oder offensichtliche Kopfverletzungen und Schädelbrüche können bei direkter Kollision entstehen, die meisten Tiere weisen jedoch innere Verletzungen auf, die eindeutig traumatischen Ursprungs sind (Brinkmann et al. 2006a).

Populationsbiologische Auswirkungen der Windenergie auf Fledermäuse

Die wesentlichste Gefährdung für Fledermäuse durch WEA besteht im Kontakt mit den sich drehenden Rotoren und der Gefahr von Kollisionen bzw. Barotraumatisierung. Daher sind vor allem Fledermäuse betroffen, die im offenen Luftraum in Höhe der Rotoren jagen. Die am meisten gefährdete Gruppe machen die wandernden und ziehenden Arten aus, aber auch für residente (ortstreue) Fledermausarten besteht ein nicht unerhebliches Kollisionsrisiko. Auswirkungen von WEA auf lokale Populationen sind im Rahmen der einzelnen WEA-Zulassungen häufig (*) nicht ermittelbar, denn gerade für die kollisionsgefährdeten und sehr flugaktiven (und weit fliegenden) Arten ist nicht bekannt, welche Population(en) betroffen sein werden:

- Der übliche Untersuchungsradius um die geplanten Standorte deckt für kaum eine kollisionsgefährdete Fledermausart den täglichen Aktionsradius ab.
- Telemetriestudien, die auf Quartiersuche fokussieren, geben zumindest Informationen über Raumbeziehungen einzelner Individuen einzelner Arten zur Wochenstubenzeit und erlauben ein In-Beziehung-setzen des Vorhabenstandortes zu einer konkreten Quartiergemeinschaft. Daraus folgt jedoch für kollisionsgefährdete Arten nicht, dass ausschließlich Individuen dieser Gemeinschaft betroffen sein werden, denn die Telemetrie kann sich nur auf wenige gefangene Individuen beschränken.

- Standardisiert erfasste akustische Aktivitäten geben Aufschluss über die Aktivität am Erfassungsort, jedoch nicht über die Herkunft der Individuen. Sie können nur je nach Erfassungszeitpunkt der lokalen oder der Zugpopulation zugerechnet werden.

Die tatsächliche Gefährdung und Beeinträchtigung lokaler Populationen ist weder prognostisch noch nach Inbetriebnahme quantifizierbar. Daher sind alle Prognosen zur Vorhabenswirkung in hohem Maße abhängig von der Expertinnen- und Expertenbewertung.

Die Gefährdung von Zugpopulationen ist noch weniger zu fassen, da neben der fehlenden Quantifizierbarkeit auch Informationen über Herkunft und Zielorte der durchziehenden Tiere (und somit deren weitere Populationsentwicklung) fehlen.

Schlagopfersuchen, welche bei entsprechender Methodik die tatsächliche Konfliktträchtigkeit aufzeigen können, sind aufwändig, im Vorfeld nicht möglich und werden im Nachgang selten durchgeführt. Und auch diese können nur die Konfliktträchtigkeit an sich, ohne eindeutigen Populationsbezug, belegen.

Mit stetigem Zubau von WEA ist somit nicht auszuschließen, dass sowohl lokale als auch (über)regionale Bestände besonders betroffener Arten aufgrund der zusätzlichen Mortalität durch WEA gefährdet sind. Konsequente Vermeidungsmaßnahmen sind daher dringend geboten.

(*) für vorhabenbezogene Untersuchungen in Wäldern gilt dies nicht, da die Untersuchungen mit Fokus auf Vermeidung von Quartierverlusten von vornherein in der Nähe von Fledermausquartieren ansetzen und die Aktionsräume waldbundener (und nicht zwingend kollisionsgefährdeter) Arten betrachten

5.3.1.2 Bewertung erhöhter Kollisionsgefahren

In den folgenden Kapiteln wird zur Beschreibung einer potenziellen Gefährdungserhöhung oder -verringerung für Fledermäuse an neuen Anlagentypen auf eine **Referenzanlage** Bezug genommen. Zugrunde gelegt wurde dafür eine WEA mit einer Nabenhöhe von 98 m, einem Rotordurchmesser von 70 m und einem unteren Rotordurchlauf von 63 m, was dem Median der untersuchten WEA im „Forschungsprojekt zur Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen“ (RENEBAT I, Brinkmann et al. 2011) entspricht. Die Ergebnisse dieses und der nachfolgenden Forschungsprojekte RENEBAT II (Behr et al. 2015) und RENEBAT III (Behr et al. 2018) stellen die umfangreichsten, systematischen Untersuchungen zur Kollisionsgefahr von Fledermäusen an WEA dar und werden bundesweit als Bewertungsrahmen bei Planungen und beim Erstellen von Länder-Leitfäden berücksichtigt.

Abb. 20 verdeutlicht, dass sich die im Rahmen dieses Vorhabens betrachteten Anlagentypen im Hinblick auf die Gesamthöhe, den Rotordurchmesser und den unteren Rotordurchlauf deutlich von dieser Referenzanlage (im Folgenden „BMU-Referenzanlage“) unterscheiden.

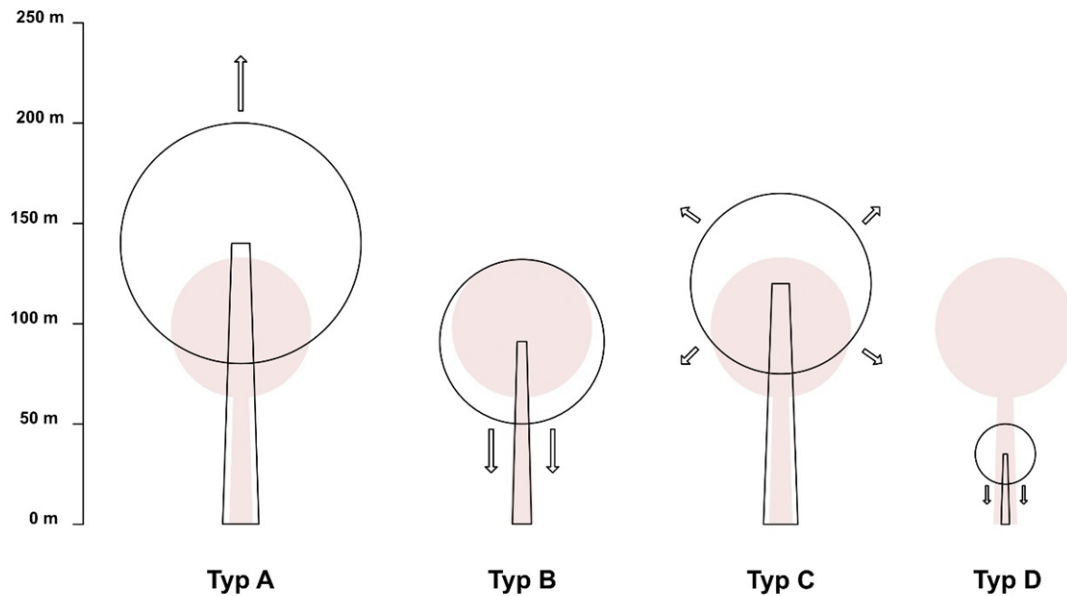


Abb. 20: Betrachtete WEA-Typen im 2-D-Dimensionsvergleich zur BMU-Referenzanlage. Pfeile indizieren die vom Trennwert ausgehend ebenfalls eingeschlossene Raumdimension. Grafik: Ökotop.

WEA-Typen entsprechend Kap. 3.1 bis 3.4: Typ A = große WEA, Typ B = WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf, Typ C = WEA mit großen Rotoren, Typ D = KWEA

5.3.1.3 Kollisionsgefährdung in Abhängigkeit von WEA-Parametern

Datengrundlage

Datengrundlage der Abbildungen 21 bis 24 ist die zentrale Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg zu gemeldeten Schlagopfern (Dürr 2021a). Zu den Schlagopfer-Meldungen werden auch anlagenspezifische Parameter der abgesuchten WEA erfasst. Informationen zu WEA-Gesamthöhe, Rotordurchmesser, Nabenhöhe und unterem Rotordurchlauf liegen daher für viele Datensätze vor, allerdings nicht zum gesamten Datensatz. Die Datenbank inkl. aller Zusatzinformationen, mit der hier gearbeitet wird, ist vom eingepflegten Datenstand her nicht identisch mit der jährlich veröffentlichten „Kurz-Liste“ des Landesamts für Umwelt Brandenburg, die in diesem Gutachten als Dürr (2021a) zitiert wird und mehr Schlagopfer enthält. Nachfolgend wird dazu ein von T. Dürr übermittelter bis ins Jahr 2019 aufgearbeiteter Datenbestand zugrunde gelegt.

Für Abb. 21 und alle folgenden Abbildungen in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** wurden alle Datensätze der o. g. spezifischer aufgearbeiteten Datenbank bis ins Jahr 2019 verwendet, für die vollständige WEA-Informationen vorlagen. Von insgesamt 2.109 vorliegenden Datensätzen konnten so 1.734 Datensätze für die Auswertung berücksichtigt werden. Bei der Interpretation der Daten ist zu beachten, dass:

- die Schlagopfersuchen nicht gleichverteilt über alle existierenden WEA-Typen stattfanden, es wurden sowohl häufige WEA-Typen auch häufig untersucht, ebenso auch fortschreitend jeweils die in den jeweiligen Jahren neu in Betrieb gegangenen WEA-Typen,
- in der Regel nicht bekannt ist, wie viele WEA tatsächlich abgesucht wurden, d. h. ein Rückschluss auf eine abgesuchte Grundgesamtheit an WEA-Typen anhand der Datenbank nicht möglich ist,

- Schlagopfersuchen regional und zeitlich ungleich verteilt sind, d. h. unterschiedliche regionale Verhältnisse und regional bzw. in bestimmten Baujahren verstärkt vertretene WEA-Bautypen über- oder unterrepräsentiert sind,
- erst in den letzten Jahren stärker in Betrieb genommene WEA-Typen (i. d. R. die hier relevanten hohen und großrotorigen WEA) in den Suchen unterrepräsentiert sind.

Die Fledermausarten werden artbezogen sowie in Rufgruppen zusammengefasst betrachtet. Dabei umfasst die Gruppe „*Nyctaloid*“ die Arten Abendsegler, Kleinabendsegler und Zweifarbfledermaus, die Gruppe „*Pipistrelloid*“ die Arten Zwerg-, Mücken-, Rauhaut-, Alpenfledermaus sowie nicht artgenau bestimmte *Pipistrellus spec.*-Schlagopfer.

Einzel-Betrachtung der Parameter Gesamthöhe, Nabenhöhe, Rotordurchmesser, unterer Rotordurchlauf

In den Abbildungen 21 bis 24 werden die gemeldeten Schlagopferzahlen im Kontext zu den WEA-Parametern Gesamthöhe, Nabenhöhe, Rotordurchmesser und unterem Rotordurchlauf dargestellt.

Bei WEA-**Gesamthöhen** von 91 bis 100 m, 111 bis 120 m sowie 141 bis 150 m wurden die meisten Schlagopfer gefunden (Abb. 21). Auffällig ist die Schlagopferrate von knapp 200 Tieren bei sehr großen Anlagen mit Gesamthöhen von 191 bis 200 m. WEA dieser Höhe werden erst seit wenigen Jahren gebaut, werden in den kommenden Jahren jedoch stark zunehmen. Der Anteil nyctaloider und pipistrelloider Arten an den Schlagopfern in den o. g. Höhenklassen ist in etwa ausgeglichen, beide Gruppen dominieren die Schlagopferzahlen sehr stark.

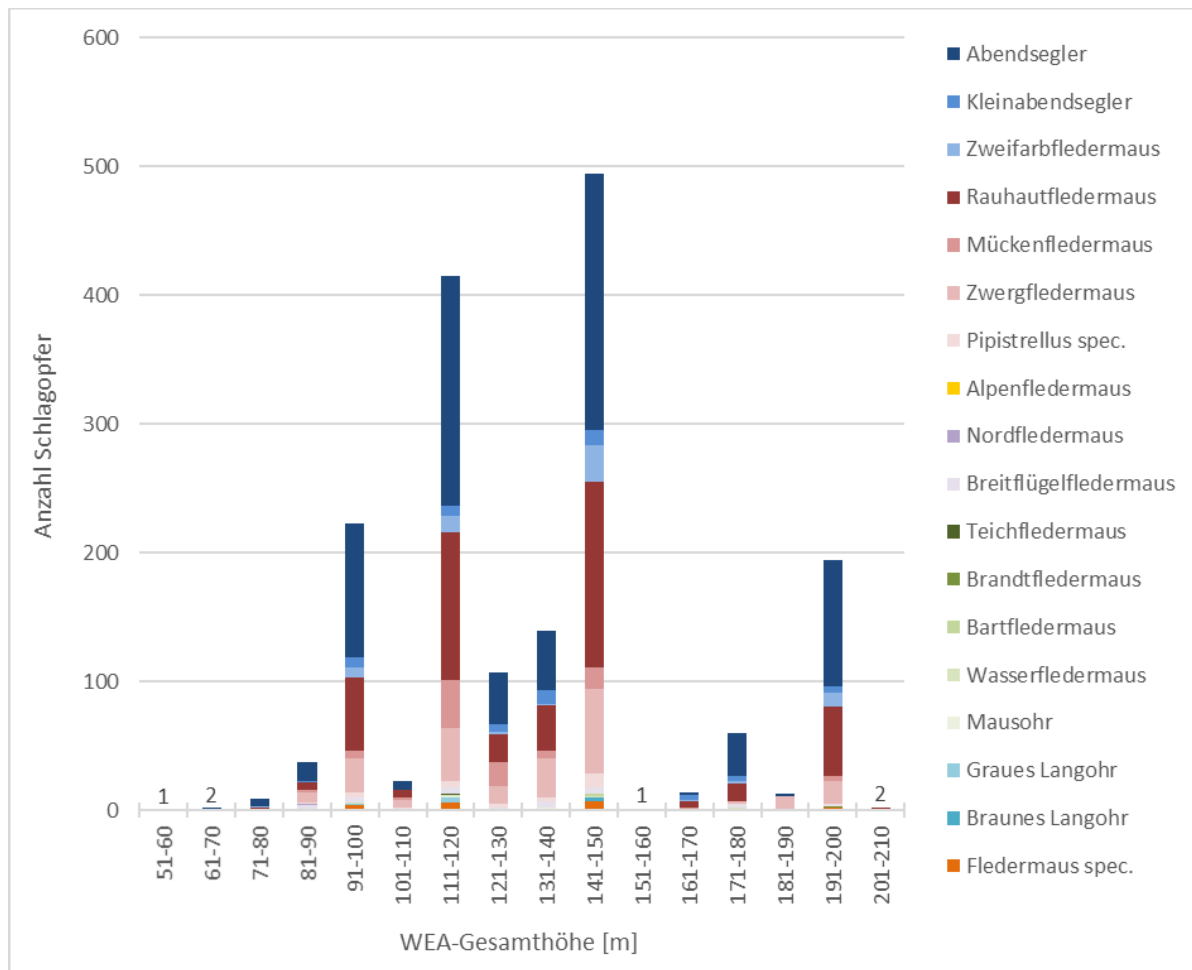


Abb. 21: Anzahl gemeldeter Schlagopfer in der Datenbank des LfU BB (Datenstand 2021, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Gesamthöhe. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Die höchste Schlagopferzahl in Abhängigkeit vom **Rotordurchmesser** liegt momentan bei Rotoren zwischen 61 m und 90 m vor, wobei eine weitere Tendenz bei sehr großen Rotordurchmessern von 111 m bis 120 m zu erkennen ist (Abb. 22). Im Hinblick darauf, dass über 90 % der geplanten WEA in allen Bundesländern mit Rotoren > 90 m geplant sind, ist zu vermuten, dass sich der Schlagopfertrend weiter zu höheren Werten verschieben wird. Der Anteil nyctaloider und pipistrelloider Arten an den Schlagopfern bei den o. g. Rotordurchmessern ist in etwa ausgeglichen, nur in der Größenklasse 71 bis 80 m überwiegen pipistrelloide Arten.

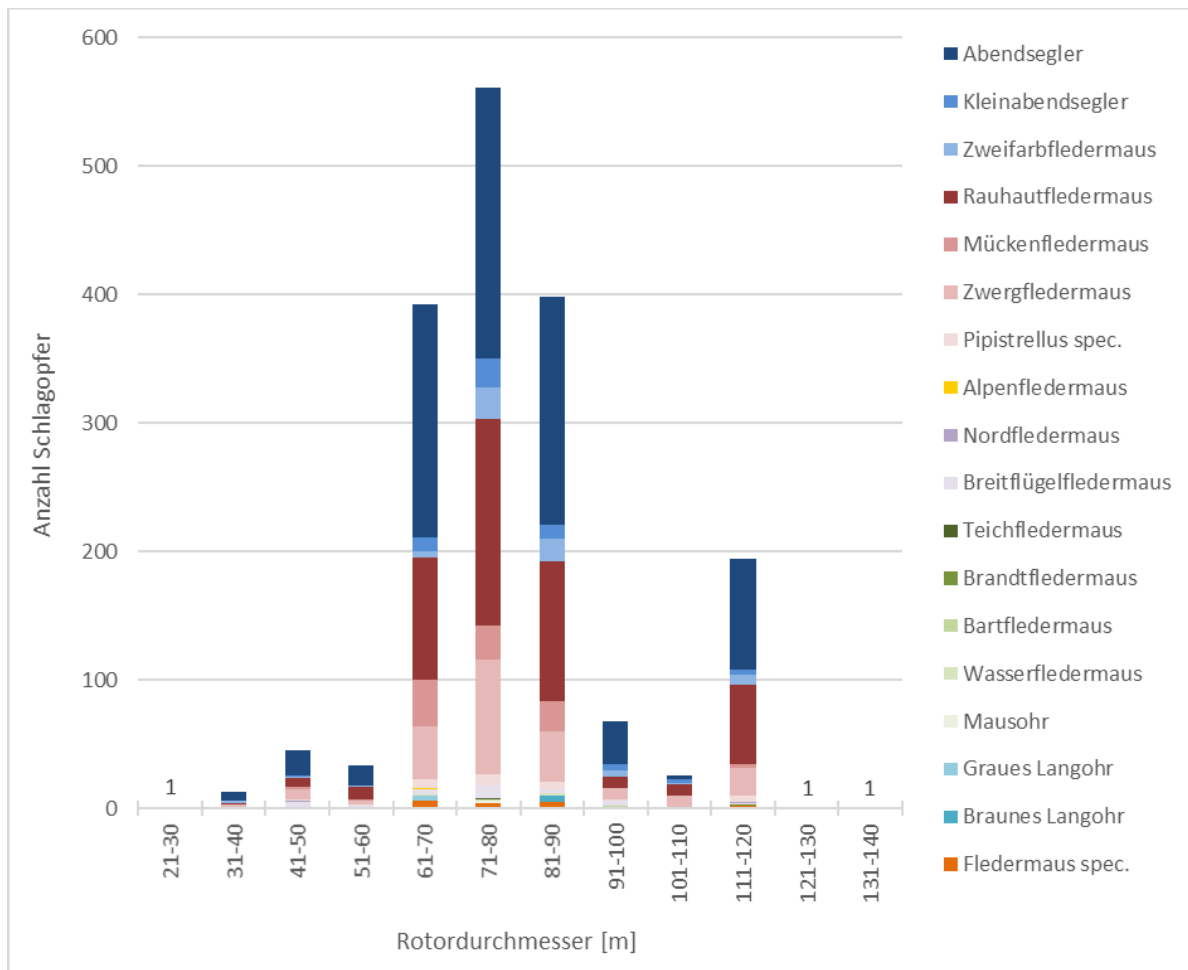


Abb. 22: Anzahl gemeldeter Schlagopfer in der Datenbank des LfU BB (Datenstand 2021, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Die Häufigkeitsverteilung der Schlagopfer in Abhängigkeit von der **Nabenhöhe** bewegt sich auf einem recht gleichmäßigen Niveau mit einem Maximum bei 71 m bis 80 m (Abb. 23). Kaum Funde liegen für sehr kleine WEA und wenige für WEA mit Nabenhöhen von 51 m bis 60 m sowie 121 m bis 130 m vor (letzteres vermutlich bauartbedingt, da keine weit verbreitete Nabenhöhen-Konfiguration). Bei dem prozentual im ausgewerteten Datensatz noch recht geringen Anteil von WEA mit Nabenhöhen von ≥ 140 m, welche seit ca. 2020 aber bundesweit Planungsstandard sind, zeigen sich bereits Schlagopferzahlen auf ähnlich hohem Niveau wie für 111 m bis 120 m und > 130 m. Nyctaloide, strukturungebunden und hoch fliegende, Arten machen hier den größeren Teil der Schlagopfer aus. Die sich überwiegend auf einem ähnlichen Niveau befindenden Schlagopferzahlen in Abhängigkeit von der Nabenhöhe belegen, dass die Gefährdungsschwerpunkte hier nicht allein an diesem Parameter abgelesen werden können, sondern in Zusammenhang mit anderen Anlagencharakteristika, wie zum Beispiel dem Rotordurchmesser und eventuell der WEA-Gesamthöhe stehen.

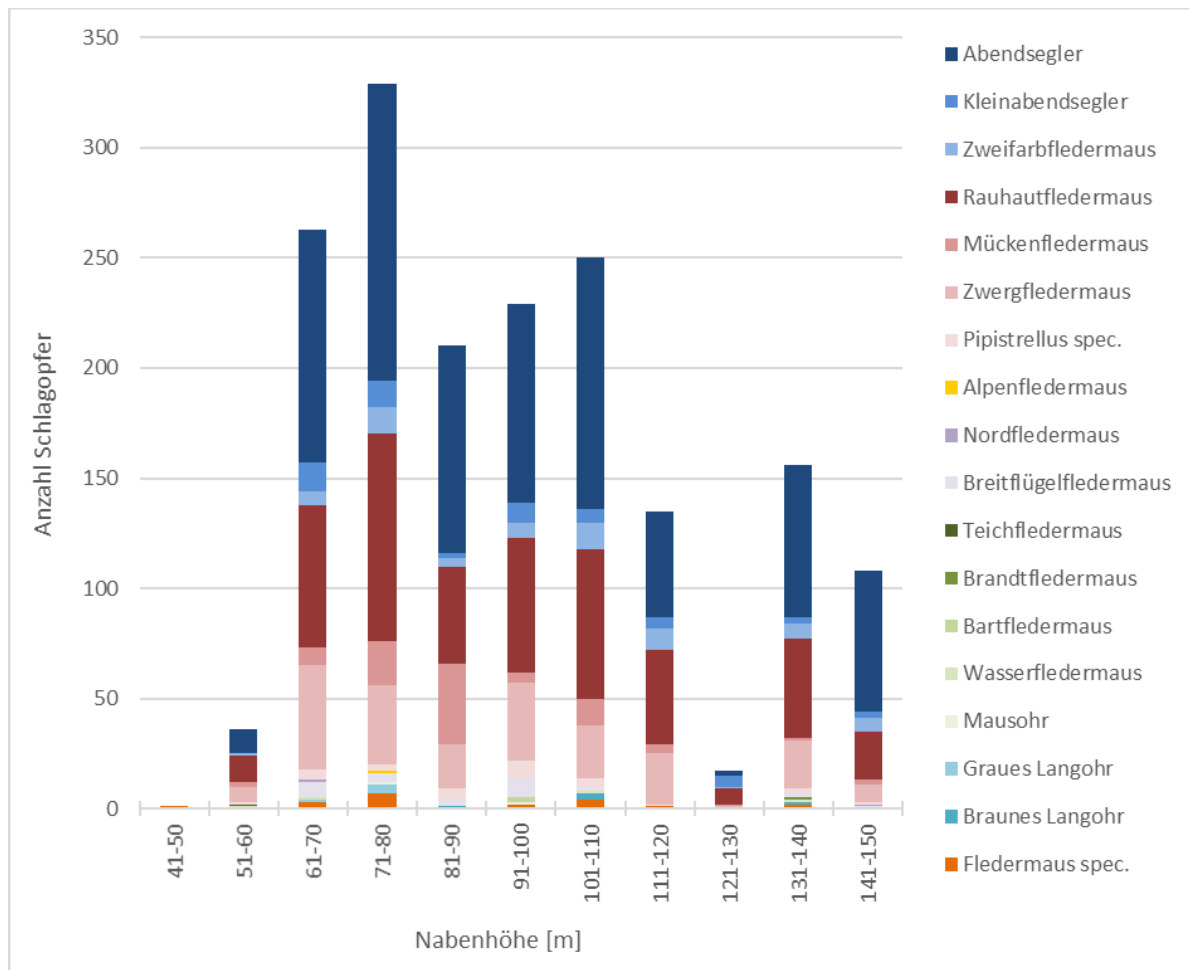


Abb. 23: Anzahl gemeldeter Schlagopfer in der Datenbank des LfU BB (Datenstand 2021, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der Nabenhöhe. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Durch die Kombination der vorher genannten Anlagen-Parameter ergibt sich mit dem **unteren Rotordurchlauf** ein weiterer Faktor, der sich erheblich auf die Schlagopferanzahl auswirkt. Abb. 24 zeigt, dass die meisten Schlagopfer bei unteren Rotordurchläufen zwischen 21 m und 60 m gefunden wurden, mit einem Maximum zwischen 51 m und 60 m. In den Klassen zwischen 61 m und 90 m ist die Schlagopferanzahl etwas geringer und annähernd gleich. Bei unteren Rotordurchläufen zwischen 91 m und 100 m ist die bisher gemeldete Schlagopferzahl nochmals geringer, wobei zu berücksichtigen ist, dass solche WEA unterdurchschnittlich im Datensatz vertreten sind. Hier zeigt sich jedoch deutlich die überwiegende Betroffenheit der strukturgebunden fliegenden nyctaloiden Arten.

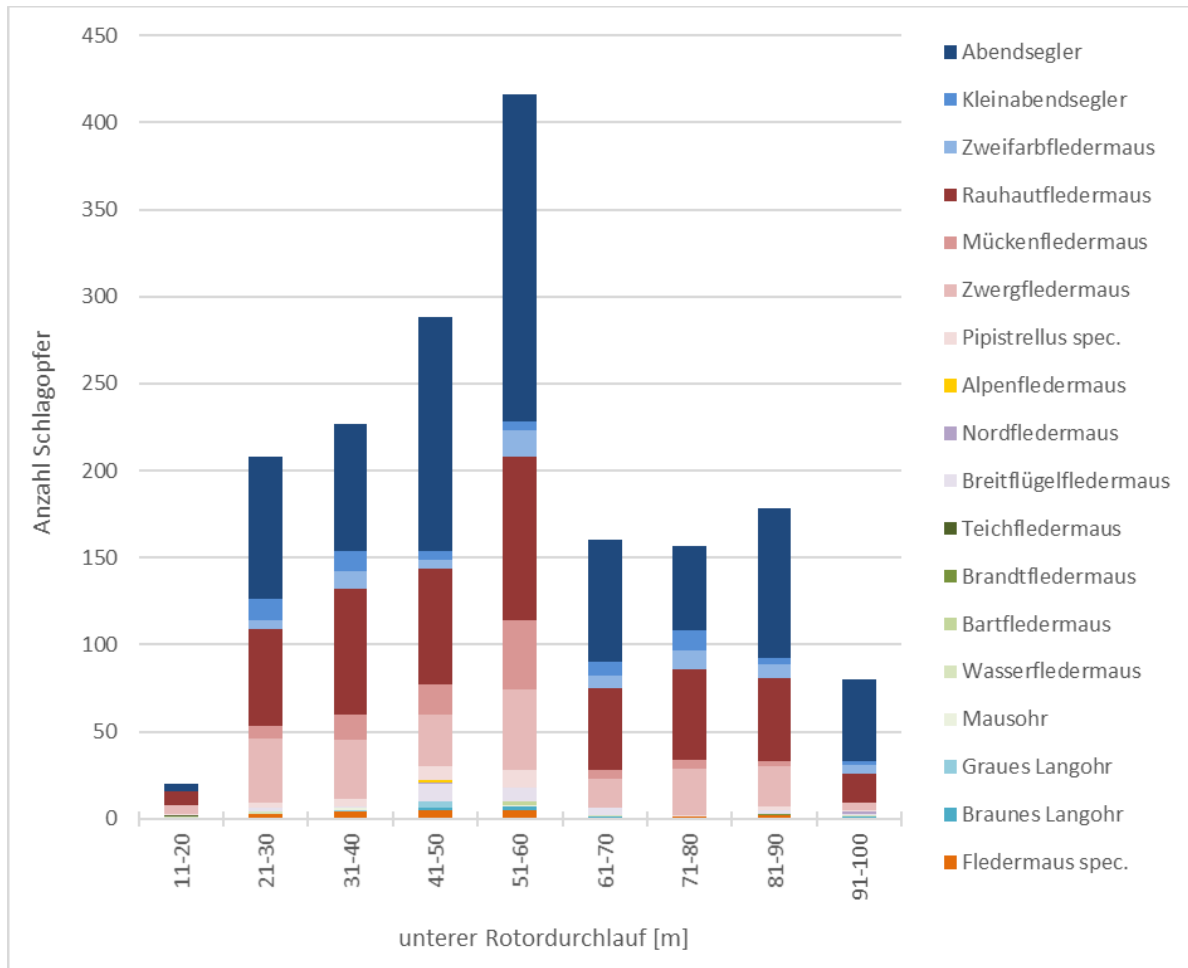


Abb. 24: Anzahl gemeldeter Schlagopfer in der Datenbank des LfU BB (Datenstand 2021, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit vom unteren Rotordurchlauf. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Kombinierte Betrachtung der Parameter Nabenhöhe, Rotordurchmesser, unterer Rotordurchlauf

Die in Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 beschriebenen Anlagenkonfigurationen treten an WEA zumeist in Kombination miteinander auf (hohe WEA mit großen Rotordurchmessern, mäßig hohe WEA mit großen Rotordurchmessern und daraus resultierend niedrigen unteren Rotordurchläufen etc.). Die gezielte Betrachtung dieser Anlagenkonfigurationen in Verbindung mit den gemeldeten Schlagopferzahlen verbessert das Verständnis hinsichtlich des Kollisionsrisikos an WEA verschiedenen Typs.

In den folgenden Diagrammen zur Risikobeschreibung wurden Nabenhöhe und Rotordurchmesser geplottet und als dritte Ebene die daraus resultierenden unteren Rotordurchläufe dargestellt. Da die Verteilung der Schlagopfer-Funde im Achsensystem auf die gegebenen WEA-Konfigurationen limitiert ist, sind die Fundpunkte überwiegend deckungsgleich. Die Information zur Anzahl der Funde an der jeweiligen WEA-Konfiguration wird über die Größe der Punkte transportiert, die aufgrund der Darstellbarkeit (Vermeidung Überdeckung benachbarter Punkte) nichtlinear aus der Anzahl der Schlagopferfunde generiert wurde ($\text{Punktgröße [in Achseneinheiten]} = 1 + \text{Anzahl der Datenpunkte pro WEA-Konfiguration}/25$). Die Punktgröße steigt, je höher die Anzahl der Schlagopfer-Funde an einer WEA-Konfiguration ist. Der Zusammenhang gegenüber Konfigurationen mit weniger Schlagopferfunden kann in den Darstellungen jedoch nicht linear abgelesen werden. Die maximale Punktgröße ist außerdem begrenzt, so dass alle konflikträchtigen Konfigurationen in ähnlicher Größe erscheinen.

Die Punkte erstrecken sich in den Abbildungen mit zunehmender Darstellungsgröße über mehrere mögliche WEA-Konfigurationen, jedoch steht jeder Punkt für nur einen WEA-Typ der über den Mittelpunkt des Kreises definiert ist. Diesen Abbildungen, welche die gemeldeten Schlagopfer in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser, der Nabenhöhe und dem unterem Rotordurchlauf abbilden, liegt derselbe Datensatz zu Grunde wie den Abbildungen 21 bis 24. In den Abbildungen hervorgehoben ist die Parameterkonfiguration der BMU-Referenzanlage, auf die bei den artbezogenen Betrachtungen Bezug genommen wird.

Auch bei der Interpretation dieser Darstellungen ist zu beachten, dass die enthaltenen Daten nicht systematisch repräsentativ erhoben wurden, weder über alle real betriebenen WEA-Konfigurationen noch über die im Datensatz des LfU BB enthaltenen WEA-Konfigurationen. Es handelt sich um Ergebnisse systematischer Totfundsuchen ebenso wie um gemeldete Zufallsfunde, wobei bei nur die Positivnachweise vorliegen. Infolge planerischer und/oder baulicher Präferenzen werden bestimmte Anlagentypen besonders häufig errichtet, und je nach Verfahrensweise in den Genehmigungsbehörden kommt es zur Anordnung einer Schlagopfersuche oder nicht. Weiterhin trifft auch hier zu, dass häufige WEA-Typen zwangsläufig auch häufiger untersucht wurden und sich dies in der Anzahl der Schlagopfer je WEA-Typ/Parameterkombination widerspiegelt.

Vertreter der zwei WEA-empfindlichen Gattungs- bzw. Rufgruppen *Pipistrelloid* und *Nyctaloid* gehören zu den am häufigsten geschlagenen Fledermausarten.

Abb. 25 und Abb. 26 belegen dies anhand der Vielzahl von Punkten, der Punktgröße sowie ihrer breiten Streuung über alle Parameter. Auffällig ist, dass die Verteilung und Häufigkeit der gemeldeten Schlagopfer für beide Gruppen nahezu vollständig übereinstimmen, was sich aus den Abbildungen 21 bis 24 bereits andeutet.

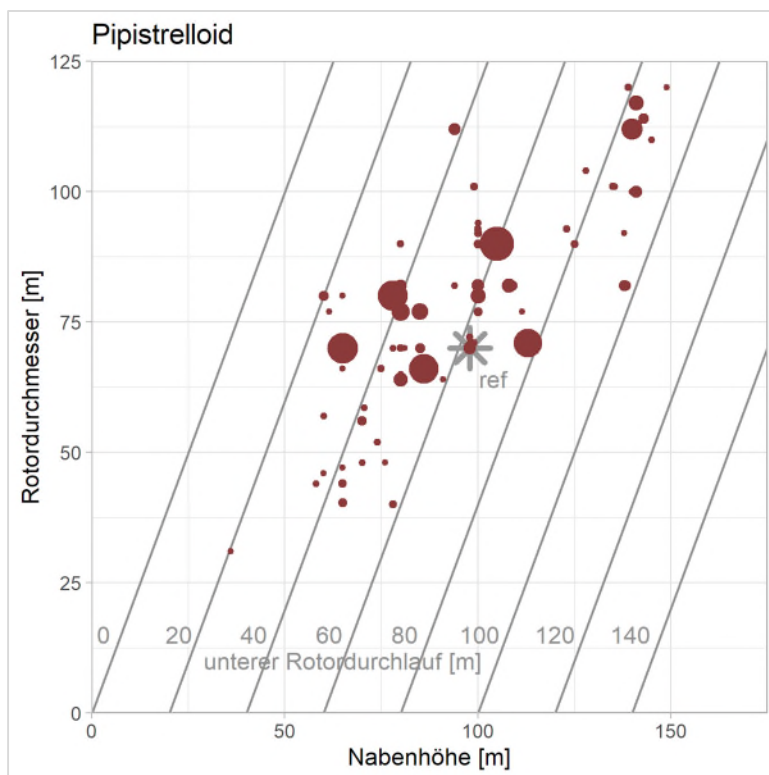


Abb. 25: Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Gruppe „Pipistrelloid“ in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotox.

Im Vergleich zur BMU-Referenzanlage wurden weitaus mehr Schlagopfer an WEA mit gleichem Rotordurchmesser, aber geringerer Nabenhöhe sowie einem größerem Rotordurchmesser bei ähnlicher Nabenhöhe gefunden. Beides führt zu einem niedrigeren unteren Rotordurchlauf von ≤ 60 m. Zwei weitere Schlagopfer-Fund-Häufungen können aus den Abbildungen identifiziert werden. Zum einen die recht isolierte erhöhte Schlagopferanzahl an Anlagen mit knapp 75 m Rotordurchmesser bzw. ca. 115 m Nabenhöhe und zum anderen die gehäuften Kollisionen an sehr großen und großrotorigen Anlagen. Es ist zu erwarten, dass sich die Schlagopferzahlen für hochfliegende Arten durch höhere Anlagen mit größerem Rotordurchmesser vermehrt in diesen Bereich abzeichnen werden, wobei der untere Rotordurchlauf dann bei weit über 60 m liegen wird.

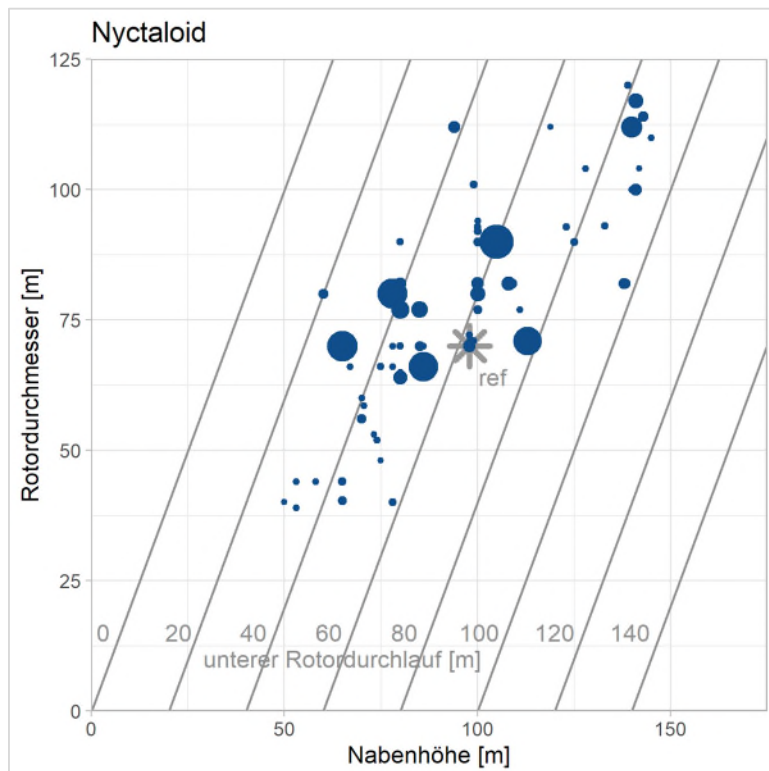


Abb. 26: Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Gruppe „Nyctaloid“ in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.

In den folgenden Kapiteln wird näher auf die Ökologie der kollisionsgefährdeten Fledermausarten Deutschlands im Kontext zu deren Empfindlichkeit gegenüber WEA und ihre Berücksichtigung in den Windkraftleitfäden der Bundesländer eingegangen.

5.3.2 **Abendsegler *Nyctalus noctula***

Der Abendsegler ist eine typische Laubwaldart der Tiefländer und besiedelt als Sommerquartier bevorzugt Spechthöhlen von Laubbäumen, darunter vor allem Buchen, Eschen, Weiden und Eichen. Als Jagdhabitats werden nahezu alle Landschaftstypen aufgesucht (Dietz & Kiefer 2014). Die Jagd findet vor allem im freien Luftraum über Wäldern, Seeufern, Weiden und Ackerflächen statt (Hurst et al. 2016c). Zum Jagdhabitat zählen auch größere Waldlichtungen und Waldränder mit Übergangsbereichen zu Wiesen und Weiden (Braun & Dieterlen 2003). Jagdflüge finden in bis zu 26 km entfernte Gebiete statt, wodurch die Art einen sehr großen Aktionsradius aufweist (Dietz & Kiefer 2014). Als Winterquartiere werden dickwandige Baumhöhlen, Spalten an Gebäuden und Brücken sowie Fels- und Deckenspalten von Höhlen genutzt (Dietz et al. 2007).

Es finden jährliche saisonale Wanderungen zwischen Sommer- und Winterquartieren statt (Meschede et al. 2017), wobei ein Großteil der Tiere aus den Wochenstubegebieten in Richtung Südwesten zieht (Hurst et al. 2016c). Die Zugdistanzen liegen meist unter 1.000 km (Meschede et al. 2017), vereinzelt wurden Flüge bis zu 1.546 km beobachtet (Hutterer 2005). Wiederfunde markierter Tiere zeigten, dass der Abendsegler maximale Migrationsgeschwindigkeiten von 74 km / Tag beim Frühjahrszug und 72 km / Tag beim Herbstzug erreichen kann (Meschede et al. 2017). Bei Jagdflügen wurden Geschwindigkeiten von 15 bis 30 km / h gemessen (Gebhard & Bogdanowicz 2004) und von maximal 50 km / h (Bruderer & Popa-Lisanu 2005). Braun & Dieterlen (2003) geben für die Art Durchschnittsgeschwindigkeiten zwischen 20 bis 40 km / h an.

Der Abendsegler fliegt in Höhen von 10 bis 50 m, teilweise auch in mehreren hundert Metern Höhe (Dietz & Kiefer 2014). Kronwitter (1988) stellte bei telemetrierten Tieren in der Nähe von München variierende Flughöhen zwischen 15 m und weit über 40 m Höhe fest. Bei langjährigen Beobachtungen von Abendseglern im südlichen Niedersachsen wurden vor Sonnenuntergang Flughöhen von 200 m bis zu 350 m festgestellt, welche gegen und nach Sonnenuntergang rasch abnahmen (Meineke 2014). Aufschluss über Flughöhen lokaler Abendsegler-Populationen geben zwei Studien aus Brandenburg. Roeleke et al. (2016) zeigten bei Untersuchungen mit GPS-Sendern, dass die Flughöhen von Abendsegler-Weibchen zu mehr als einem Viertel in einen Bereich zwischen 70 m und 130 m fallen. Dabei wurde beobachtet, dass Weibchen im Sommer in höheren und längeren Flugbahnen über Ackerland flogen und den WEA näherkamen. Die Männchen hingegen pendeln niedriger und in direkteren Flugbahnen zwischen Quartier und Nahrungsgebiet und kamen den WEA weniger nah. In einer weiteren Untersuchung mit GPS-Sendern wiesen Roeleke et al. (2018) Flughöhen mit einem Median von 13 m (+/- 16 m) mit maximalen Flughöhen von 71 m nach. Im Rahmen von Erfassungen auf Gondelhöhe ist der Abendsegler zumeist die häufigste erfasste Art (siehe z. B. Behr et al. 2011, Behr et al. 2015 und Grunwald 2007), wodurch Rückschlüsse auf regelmäßige Flughöhen des Abendseglers zwischen etwa 60 und 100 m zulässig sind. Nach Einschätzung von Experten sind während der Migration Flughöhen des Abendseglers in Höhen bis zu 200 m oder in einigen hundert Metern Höhe zu erwarten (mündl. Mitt. Lindemann und Voigt, 2020), genaue Informationen zur maximalen Flughöhe von Abendseglern während des Zuges liegen jedoch nicht vor. O'Mara et al. (2019a) geben Flughöhen von meist niedriger als 40 m an. Nur vereinzelt wurden kurze steile Flüge bis 100 m Höhe (maximal bis 300 m) mit schnellem Abfall wieder auf unter 40 m nachgewiesen. Eine Beziehung des Wetters (Windgeschwindigkeit, Temperatur, Luftdruck, Windrichtung) zur Flughöhe konnte nicht erklärt werden. Dabei werden nach O'Mara et al. (2019b) die Flughöhe, Timing, Dauer und die Pausen beim Zug sehr individuell entschieden. Die einzelnen Individuen scheinen die Entscheidungen darüber in Abhängigkeit von Wetter, der Landschaft und den Navigationsbedingungen zu entscheiden und zu optimieren. Der Abendsegler gehört zu den Arten die auch bei

höheren Windgeschwindigkeiten ($> 6 \text{ m / s}$) noch regelmäßig auf Gondelhöhe nachgewiesen werden (Reichenbach et al. 2015).

Dem Abendsegler wird ein sehr hohes Kollisionsrisiko gegenüber WEA zugeschrieben, da er den freien Luftraum nutzt und ein Zugverhalten aufweist (Hurst et al. 2016c, Banse 2010, Bernotat & Dierschke 2021). Durch die große Amplitude der Flugraumnutzung und die teils kurzfristigen individuellen Entscheidungen zur Flughöhe stellen für den Abendsegler viele WEA-Typen an unterschiedlichsten Standorten eine erhöhte Gefahr dar.

An hohen Anlagen besteht für den Abendsegler nach derzeitigem Wissenstand zu den Flughöhen ein sehr hohes Kollisionsrisiko. Der Abendsegler fliegt vergleichsweise hoch und, anhand der vorliegenden Untersuchungen belegbar, nutzt diese Höhen auch regelmäßig. Noch höhere Flughöhen werden als wahrscheinlich angesehen. Hinsichtlich der Einschätzung, ob an diesem Anlagentyp ein zur BMU-Referenzanlage erhöhtes Kollisionsrisiko vorliegt, besteht jedoch eine Prognoseunsicherheit, da zur Aktivitätsverteilung der Art in verschiedenen Höhen keine ausreichenden Informationen vorliegen. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen steigt das Kollisionsrisiko generell mit Zunahme des überstrichenen Luftraums. Dieser Anlagentyp birgt für den Abendsegler während der Zugzeit, in der von Experten die höchsten Flughöhen angenommen werden, das größte Risiko.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für den Abendsegler im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums generell erhöht.

An Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach ist das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb der Jagdgebiete erhöht. Hier besteht eine erhöhte Gefährdung besonders für Individuen lokaler Populationen. Aber auch für ziehende Individuen besteht ein sehr hohes Kollisionsrisiko, sobald sie bodennahe Strukturen zur Nahrungsaufnahme oder Balz aufsuchen.

KWEA innerhalb von Siedlungen stellen für den überwiegend waldgebunden lebenden Abendsegler kein erhöhtes Risiko dar, allerdings werden auch in Städten (meist in Plattenbauten) Winterquartiere von größeren Gruppen genutzt. KWEA im Offenland können, je nach Standortwahl und Anlagenkonfiguration, ein Kollisionsrisiko für Abendsegler bergen.

Die obige ökologische Gefährdungseinschätzung spiegelt sich auch in den konkreten Daten der Schlagopferzahlen wider (Abb. 27).

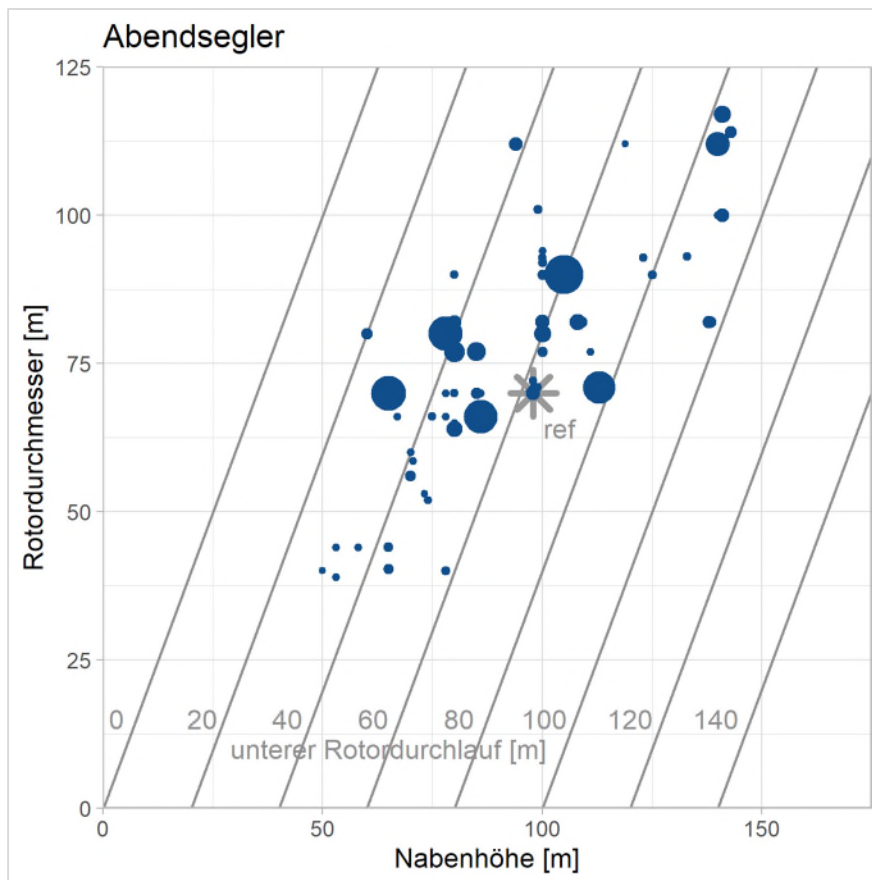


Abb. 27: Anzahl gemeldeter Schlagopfer des Abendseglers in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Der Abendsegler ist in Deutschland an WEA die am häufigsten geschlagene Fledermausart (Hurst et al. 2016c). Aktuell liegen in der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte für die Art 1.252 gemeldete Totfunde an WEA vor, wobei mit 669 Tieren für Brandenburg die mit Abstand meisten Totfunde gemeldet wurden (Dürr 2021a). Europaweit sind 1.565 Schlagopfer dokumentiert (Dürr 2021b). Bei den Schlagopfern liegt das Verhältnis von adulten zu subadulten Tieren bei etwa 1:5; das Geschlechterverhältnis ist ausgeglichen (Niermann et al. 2011).

In allen aktuellen Leitfäden der Bundesländer wird der Abendsegler als besonders schlaggefährdet eingestuft (Tab. 12). Zu Quartieren sind artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 500 m und 5.000 m einzuhalten. Zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren sind in einigen Länderleitfäden Abstände zwischen 200 m und 1.000 m vorgegeben. Brandenburg und Schleswig-Holstein legen weiterhin Abstände von 200 m bzw. 1.000 m zu Durchzugskorridoren und Migrationsräumen fest. Nur Brandenburg, das Saarland und Mecklenburg-Vorpommern geben artspezifische Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Abendsegler für den Abschaltalgorithmus an. Dieser liegt in Brandenburg und im Saarland bei einer Schlagopferzahl von höchstens 1,0 Individuen pro Jahr und WEA, in Mecklenburg-Vorpommern soll die Schlagopferzahl auf < 2 Individuen pro Jahr und WEA begrenzt werden. In den Leitfäden Niedersachsens und des Saarlands werden beim Abendsegler höhere Windgeschwindigkeiten für die Abschaltung angesetzt. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagentypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 12: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zum Abendsegler. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus: Schlagopferzahl von höchstens 1,0 Individuen pro WEA und Jahr Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fledermauswochenstuben und Männchenquartieren mit > 50 Tieren, zu Winterquartieren mit regelmäßig > 100 überwinternden Tieren, zu Hauptnahrungsflächen mit > 100 zeitgleich jagenden Individuen Mindestabstand der WEA von 2.000 m: zu regelmäßig genutzten Flugkorridoren, Jagdgebieten und Durchzugskorridoren
Hessen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fortpflanzungs- und Ruhestätten und zu Massenwinterquartieren
Mecklenburg-Vorpommern	Mindestabstand der WEA von 500 m: zu Quartieren mit > 25 Tieren
Nordrhein-Westfalen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Quartieren Mindestabstand der WEA von 300 m: zu Nahrungshabitaten
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Saarland	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus: Schlagopferzahl von höchstens 1,0 Individuen pro WEA und Jahr
Sachsen-Anhalt	erweiterter Untersuchungsraum auf 3.000 m bei Kenntnis über Reproduktionsgebiete und Winterquartiere und ggf. abgeänderter Untersuchungsumfang Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren
Thüringen	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu Winterquartieren ab 50 Individuen und zu Wochenstubenquartieren

5.3.3 Kleinabendsegler *Nyctalus leisleri*

Der Kleinabendsegler ist ein typischer Vertreter der Waldfledermäuse und bezieht Quartiere bevorzugt in natürlich entstandenen Fäulnishöhlen, Spalten und Astlöchern aber auch in Spechthöhlen (Dietz & Kiefer 2014). Jagdgebiete stellen große Gewässer und Wälder, strukturreiches Offenland aber auch besiedelte Bereiche dar (Schorcht et al. 2002, Dietz & Kiefer 2014). Jagdflüge finden entlang von Waldkanten und anderen linearen Strukturen statt, aber auch regelmäßig im freien Luftraum in größeren Höhen über dem Wald (Hurst et al. 2016c, Braun & Dieterlen 2003). Dabei werden Jagdgebiete in bis zu 4,2 km Entfernung vom Quartier aufgesucht, Einzeltiere können in bis zu 17 km Entfernung jagen (Dietz & Kiefer 2014). Hurst et al. (2016c) geben Jagdgebietsentfernungen bis 20 km vom Quartier an, reproduktive Weibchen und Jungtiere legen jedoch geringere Distanzen zurück. Auf Transferflügen wiesen Shiel et al. (1999) Höchstgeschwindigkeiten von 48 bis 56 km / h nach.

Aufgrund seiner Flügelmorphologie wird der Kleinabendsegler zu den Luftraumjägern gezählt (Schnitzler & Kalko 2001, Banse 2010). Die Flughöhe des Kleinabendseglers ist meist niedriger als beim Abendsegler, oft werden Flughöhen über dem Kronendach von Bäumen angegeben (Braun & Dieterlen 2003, Schorcht 2002). Während der Jagd werden teilweise Flughöhen von 100 m erreicht (Bogdanowicz & Ruprecht 2004). Dass der Kleinabendsegler den freien Luftraum in Höhen zwischen 40 m und 100 m nutzt, zeigen auch regelmäßige Nachweise bei Erfassungen auf Gondelhöhe (siehe z. B. Behr et al. 2011, Behr et al. 2015 und Grunwald 2007). Informationen zur maximalen Flughöhe von Kleinabendseglern während des Zuges liegen nicht vor. Der Kleinabendsegler gehört zu den Arten die auch bei höheren Windgeschwindigkeiten (> 6 m / s) noch regelmäßig auf Gondelhöhe nachgewiesen werden (Reichenbach et al. 2015).

Die Art vollzieht saisonale Wanderungen (Meschede et al. 2017). Zur Überwinterung fliegen die Tiere in Richtung Südwesten teils bis nach Spanien, aber auch in Süddeutschland sind Winterquartiere bekannt (Steffens et al. 2004, Hurst et al. 2016c). Es werden dabei Distanzen von mehr als 1.500 km, z. B. zwischen Sachsen-Anhalt und Nordspanien, zurückgelegt (Ohlendorf et al. 2001). Migrationsgeschwindigkeiten von bis zu 30 km / Tag beim Herbstzug, im Mittel jedoch 20,6 km / Tag sind dabei möglich (Meschede et al. 2017).

Für den Kleinabendsegler besteht ein sehr hohes Kollisionsrisiko aufgrund seines Flugs im freien Luftraum und seines Zugverhaltens (Hurst et al. 2016c, Banse 2010, Bernotat & Dierschke 2021). Ein besonders erhöhtes Kollisionsrisiko besteht in Wochenstubeengebieten, vor allem in altholzreichen Laubwäldern bis in mittlere Höhenstufen von ca. 500 m ü. NN. (Hurst et al. 2016c). Brinkmann et al. (2016) zeigten in einem Fallbeispiel, dass erhöhte Aktivitäten des Kleinabendseglers über den Baumkronen im Zusammenhang mit Balzaktivitäten in Bodennähe standen.

An hohen Anlagen besteht für den Kleinabendsegler nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art ein hohes Kollisionsrisiko, da Flughöhen um 100 m nachweislich mehr oder weniger regelmäßig vorkommen. Hinsichtlich der Einschätzung, ob an diesem Anlagentyp ein zur BMU-Referenzanlage erhöhtes Kollisionsrisiko vorliegt, besteht jedoch eine Prognoseunsicherheit, da zur Aktivitätsverteilung der Art in verschiedenen Höhen keine ausreichenden Informationen vorliegen. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell mit der Zunahme des überstrichenen Luftraums. Dieser Anlagentyp birgt für den Kleinabendsegler während der Zugzeit, in der von Experten die höchsten Flughöhen angenommen werden, das größte Risiko.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für den Kleinabendsegler im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

An Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach ist das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb der Jagdgebiete erhöht. Eine erhöhte Gefährdung besteht an diesem Anlagentyp daher besonders für Individuen lokaler Populationen. Aber auch für ziehende Individuen besteht ein sehr hohes Kollisionsrisiko, sobald sie bodennahe Strukturen zur Nahrungsaufnahme oder Balz aufsuchen.

KWEA innerhalb von Siedlungen stellen für den überwiegend waldgebunden lebenden Kleinabendsegler kein erhöhtes Risiko dar. KWEA im Offenland bergen, je nach Standortwahl und Anlagenkonfiguration, ein Kollisionsrisiko für Kleinabendsegler.

Die obige ökologische Gefährdungseinschätzung spiegelt sich auch in den konkreten Daten der Schlagopferzahlen wider (Abb. 28, ein Fund bei $N_h=110$ m und $R_d=137$ m nicht dargestellt). Tendenziell ist weiterhin ablesbar, dass bisher für den Kleinabendsegler eine größere Kollisionsgefahr von WEA mit niedrigeren Rotordurchläufen als von hohen WEA ausgeht, wobei dies künftig unter Vorbehalt zu betrachten ist, da es Verluste an hohen WEA gibt.

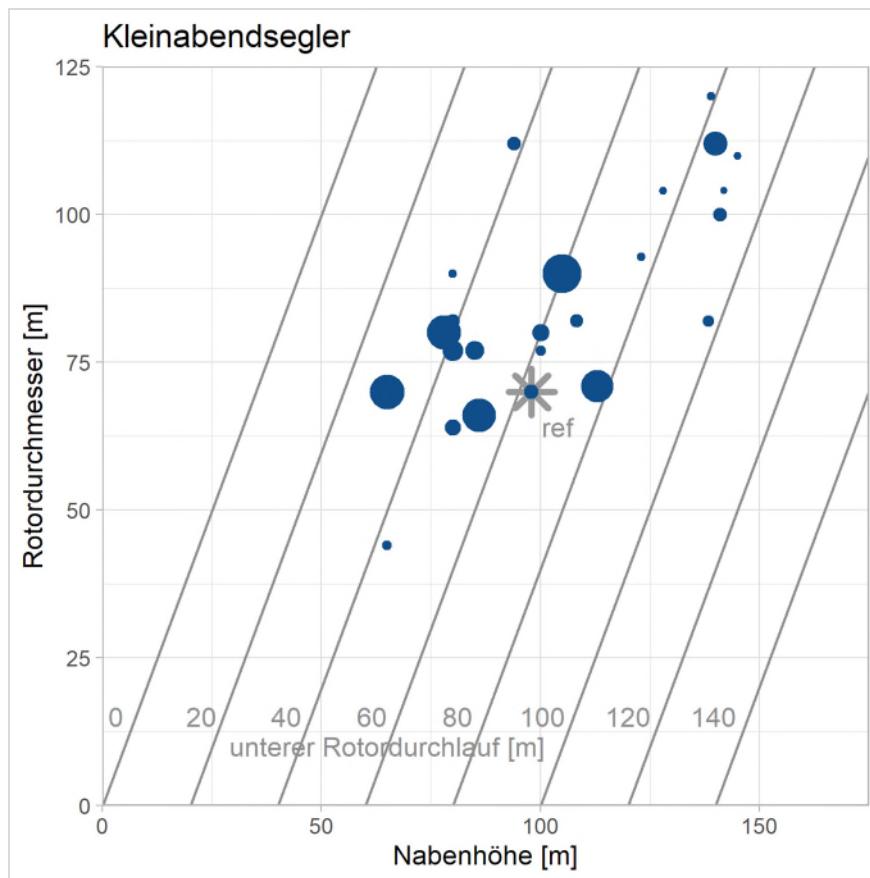


Abb. 28: Anzahl gemeldeter Schlagopfer des Kleinabendseglers in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Europaweit sind 719 Schlagopfer (Dürr 2021b), davon 195 in Deutschland (Dürr 2021a) gemeldet. In Süd- und Westdeutschland ist der Kleinabendsegler nach der Zwergfledermaus die am häufigsten geschlagene Art (Hurst et al. 2016c). Im Hinblick auf die Geschlechterverteilung der Totfunde geben Brinkmann et al. (2006a) keine signifikanten Unterschiede an. Das Verhältnis von adulten zu subadulten Tieren liegt bei etwa 1:2,5; das Geschlechterverhältnis gilt ebenfalls als ausgeglichen (Niermann et al. 2011).

In allen aktuellen Leitfäden der Bundesländer wird der Kleinabendsegler als besonders schlaggefährdet eingestuft (Tab. 13). Zu Quartieren sind artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 500 und 5.000 m einzuhalten, zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren sind in einigen Länderleitfäden Abstände zwischen 200 und 1.000 m vorgegeben. Brandenburg und Schleswig-Holstein legen weiterhin Abstände von 200 bzw. 1.000 m zu Durchzugskorridoren und Migrationsräumen fest. Nur Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und das Saarland geben Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Kleinabendsegler für den Abschaltalgorithmus an. Dieser liegt in Brandenburg bei $< 0,5$, in Mecklenburg-Vorpommern bei < 2 und im Saarland bei maximal 1,0 Individuen pro Jahr und WEA. Sachsen-Anhalt mit den derzeit häufigsten gemeldeten Totfunden der Art (Dürr 2021a) gibt keinen Schwellenwert zur Abschaltung an. In den Leitfäden Niedersachsens und des Saarlands werden beim Kleinabendsegler höhere Windgeschwindigkeiten für die Abschaltung angesetzt. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagentypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 13: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zum Kleinabendsegler. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus: Schlagopferzahl von < 0,5 Individuen pro WEA und Jahr Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fledermauswochenstuben und Männchenquartieren mit > 50 Tieren, zu Winterquartieren mit regelmäßig > 100 überwinternden Tieren, zu Hauptnahrungsflächen mit > 100 zeitgleich jagenden Individuen Mindestabstand der WEA von 2.000 m: zu regelmäßig genutzten Flugkorridoren, Jagdgebieten und Durchzugskorridoren
Hessen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fortpflanzungs- und Ruhestätten und zu Massenwinterquartieren
Mecklenburg-Vorpommern	Mindestabstand der WEA von 500 m: zu Quartieren mit > 25 Tieren ggf. niedrigere Schwellenwerte (< 2 Schlagopfer je WEA und Jahr)
Nordrhein-Westfalen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Quartieren Mindestabstand der WEA von 300 m: zu Nahrungshabitaten
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Saarland	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus: Schlagopferzahl von höchstens 1,0 Individuen pro WEA und Jahr
Sachsen-Anhalt	erweiterter Untersuchungsraum auf 3.000 m bei Kenntnis über Reproduktionsgebiete und Winterquartiere und ggf. abgeänderter Untersuchungsumfang Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren
Thüringen	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu Winterquartieren ab 50 Individuen und zu Wochenstubenquartieren

5.3.4 Zweifarbfledermaus *Vespertilio murinus*

Sommerquartiere der Zweifarbfledermaus befinden sich in Spalten- und Hohlräumen an Gebäuden, wie z. B. Mauerspalten, unter Holzwandverschalungen, hinter Fensterläden in Zwischendächern und Dachböden (Safi 2006). Jagdgebiete stellen Gewässer, (naturnahe) Uferzonen, offene Agrarflächen, Wiesen und Siedlungen dar (Jaberg et al. 1998, Braun & Dietz 2003). Diese liegen bei Männchen ca. 5,7 bis 20,5 km und bei Weibchen ca. 2,4 bis 6,2 km vom Quartier entfernt und weisen eine Größe von 84 km² bzw. 16 km² auf (Dietz et al. 2007).

Die Zweifarbfledermaus ist durch ihre langen, spitzen Flügel an den schnellen Jagdflug im offenen Luftraum angepasst (Safi 2006). Hinkel (1991) beobachtete Flughöhen der Zweifarbfledermaus zwischen 3 m und 15 m Höhe und selten über Baumkronenhöhe. Rydell & Baagøe (1994) geben bei Jagdflügen eine Flughöhe von 20 bis 40 m für die Art an. Banse (2010) klassifiziert die Zweifarbfledermaus als deutlich über den Baumkronen jagend und bei Transferflügen in Höhen von 40 – 50 m aufsteigend. Im Rahmen von Erfassungen auf Gondelhöhe wird die Zweifarbfledermaus regelmäßig nachgewiesen (siehe z. B. Behr et al. 2011 und Behr et al. 2015), wodurch Rückschlüsse auf Flughöhen der Art zwischen etwa 60 m und 100 m zulässig sind. Auch in 120 m Höhe wurde die Art schon nachgewiesen (mündl. Mitt. Albrecht, 2020) und es liegen Erkenntnisse darüber vor, dass die Aktivität der Art zumindest teilweise mit steigender Höhe zunimmt (mündl. Mitt. Behr, 2020). Aufgrund der großen Unsicherheit bei der Bestimmung von Zweifarbfledermaus-Rufen ist insbesondere im Hinblick auf die Quantität der Nachweise jedoch Vorsicht geboten. Informationen zur maximalen Flughöhe von Zweifarbfledermäusen während des Zuges liegen nicht vor.

Von der Wochenstubenzeit abgesehen (hier werden in der Regel niedrige Einfamilienhäuser bezogen) zeigen Zweifarbfledermäuse eine Präferenz für (hohe) Felswände und hohe Gebäude (Türme, Kirchen, Plattenbauten, Hochhäuser etc.). Ab September/Oktobre treten sie mit auffälligen Balzrufen im hörbaren Frequenzbereich in Städten verstärkt in Erscheinung, meist im Umfeld hoher Bauwerke. Nähere Informationen zum Verhalten und zum Auftreten erkundender oder balzender Tiere an WEA liegen nicht vor, jedoch ist zu vermuten, dass dieser Aspekt aufgrund der genannten Präferenzen auch für die Zweifarbfledermaus relevant ist.

Die Zweifarbfledermaus gehört, zumindest teilweise, zu den saisonal wandernden Fledermausarten. Durch Beringungen wurden z. B. Wanderungen zwischen Estland und Oberösterreich über Distanzen von 1.440 km (Masing 1989) und zwischen Russland und Frankreich über Distanzen von bis zu 1.787 km (Markovets et al. 2004) belegt. Ahlén et al. (2009) wiesen migrierende Zweifarbfledermäuse über der Ostsee (in bis zu 14 km Entfernung von Küstenabschnitten Südschwedens und Dänemarks) nach. Von Brabant et al. (2016) liegt ein Nachweis in 5 km Entfernung zur belgischen Küste über der Nordsee vor. Während des Flugs über die Ostsee wiesen Ahlén et al. (2009) für alle migrierenden Fledermausarten niedrige Flughöhen von zumeist unter 10 m Höhe nach. Die Zweifarbfledermaus erreicht während des Herbstzugs Migrationsgeschwindigkeiten von bis zu 152 km/Tag (Meschede et al. 2017).

Für die Zweifarbfledermaus besteht ein sehr hohes Kollisionsrisiko aufgrund von regelmäßigen Jagdflügen im freien Luftraum sowie des artspezifischen Zugverhaltens (Bernotat & Dierschke 2021). Ein erhöhtes Kollisionsrisiko ist im Umfeld von Wochenstuben-, Männchen- und Paarungsquartieren gegeben (Hurst et al. 2016c). Die Zweifarbfledermaus ist durch ihre lange Aktivitätsphase vom zeitigen Frühjahr bis in den Winter hinein vom Kollisionsrisiko an WEA über einen längeren Zeitraum betroffen. Neben dem artspezifischen Balzverhalten an hohen Gebäuden ist auch eine Attraktionswirkung von WEA in der Balzzeit nicht auszuschließen und somit eine erhöhte Gefährdung anzunehmen.

An hohen Anlagen besteht für die Zweifarbfledermaus nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art ein hohes Kollisionsrisiko. Hinsichtlich der Einschätzung, ob an diesem Anlagentyp ein zur BMU-Referenzanlage erhöhtes Kollisionsrisiko vorliegt, besteht jedoch eine Prognoseunsicherheit, da zur Aktivitätsverteilung der Art in verschiedenen Höhen keine ausreichenden Informationen vorliegen. Zumindest sind breit gefächerte Flughöhen bis in 120 m nachgewiesen. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell durch die Zunahme des überstrichenen Luftraums. Dieser Anlagentyp birgt für die Zweifarbfledermaus während der Zugzeit, in der von Experten die höchsten Flughöhen angenommen werden, das größte Risiko.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die in einem großen Höhenspektrum agierende Zweifarbfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

An Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach ist das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb der Jagdgebiete und im Bereich von Transferstrecken erhöht. Eine erhöhte Gefährdung besteht an diesem Anlagentyp daher besonders für Individuen lokaler Populationen. Aber auch für ziehende Individuen besteht ein hohes Kollisionsrisiko, sobald sie bodennahe Strukturen zur Nahrungsaufnahme aufsuchen oder von WEA eine Attraktionswirkung ausgeht und Anlagen während der Balz angefliegen werden.

KWEA innerhalb von Siedlungen könnten besonders im Bereich von Quartieren oder Jagdhabitaten eine erhöhte Gefahr darstellen. Im Offenland wurde die Zweifarbfledermaus im

Bereich von KWEA erfasst (Thomsen et al. 2020), sodass auch hier ein anzunehmendes Gefährdungspotenzial besteht.

Die obige ökologische Gefährdungseinschätzung spiegelt sich auch in den konkreten Daten der Schlagopferzahlen wider (Abb. 29).

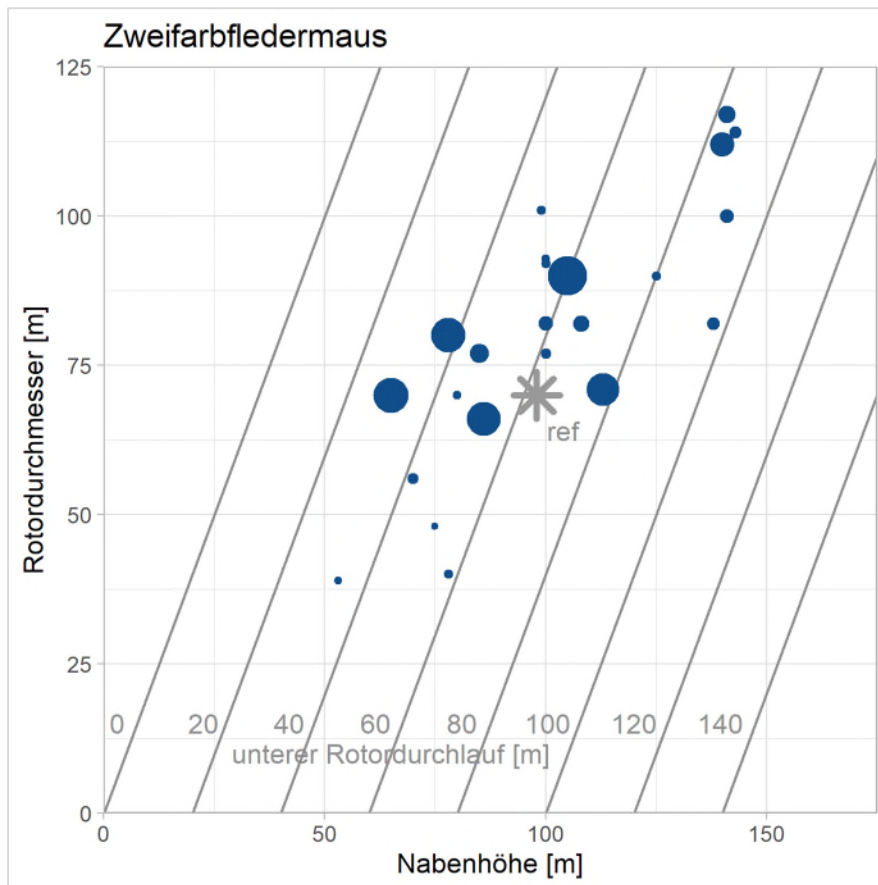


Abb. 29: Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Zweifarbfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. Ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Europaweit sind 215 Schlagopfer, davon 150 in Deutschland (Dürr 2021a, b) gemeldet. Die meisten Totfunde stammen dabei aus Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt (Dürr 2021a).

In fast allen aktuellen Leitfäden der Bundesländer wird die Zweifarbfledermaus als besonders schlaggefährdet eingestuft (Tab. 14). Zu Quartieren sind artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 500 m und 1.000 m bzw. 5.000 m zu Massenwinterquartieren einzuhalten, zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren sind in einigen Länderleitfäden Abstände zwischen 200 m und 1.000 m vorgegeben. Brandenburg und Schleswig-Holstein legen weiterhin Abstände von 200 m bzw. 1.000 m zu Durchzugskorridoren und Migrationsräumen fest.

Nur Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern geben artspezifische Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Zweifarbfledermäuse für den Abschaltalgorithmus an. Dieser liegt in Brandenburg bei < 0,5 und in Mecklenburg-Vorpommern bei < 2 Individuen pro Jahr und WEA. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagentypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 14: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Zweifarbfledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus: Schlagopferzahl von < 0,5 Individuen pro WEA und Jahr Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fledermauswochenstuben und Männchenquartieren mit > 50 Tieren, zu Winterquartieren mit regelmäßig > 100 überwinternden Tieren, zu Hauptnahrungsflächen mit > 100 zeitgleich jagenden Individuen Mindestabstand der WEA von 2.000 m: zu regelmäßig genutzten Flugkorridoren, Jagdgebieten und Durchzugskorridoren
Hessen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fortpflanzungs- und Ruhestätten und zu Massenwinterquartieren
Mecklenburg-Vorpommern	Mindestabstand der WEA von 500 m: zu Quartieren mit > 25 Tieren ggf. niedrigere Schwellenwerte (< 2 Schlagopfer je WEA und Jahr)
Nordrhein-Westfalen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Quartieren Mindestabstand der WEA von 300 m: zu Nahrungshabitaten
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Sachsen-Anhalt	erweiterter Untersuchungsraum auf 3.000 m bei Kenntnis über Reproduktionsgebiete und Winterquartiere und ggf. abgeänderter Untersuchungsumfang Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren
Thüringen	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu Winterquartieren ab 50 Individuen und zu Wochenstubenquartieren

5.3.5 Rauhautfledermaus *Pipistrellus nathusii*

Der Lebensraum der Rauhautfledermaus liegt zum Großteil in strukturreichen Waldhabitaten. Auch die Jagdgebiete der Art liegen größtenteils innerhalb von Wäldern bzw. an deren Rändern, weiterhin werden in Waldnähe liegende Gewässer zur Jagd genutzt. Während des Zuges stellen auch Feuchtgebiete, Röhrichte und Auwälder Nahrungshabitate dar. Die Jagdgebiete können bis zu 6,5 km vom Quartier entfernt sein (Dietz & Kiefer 2014) und die sommerlichen Aktionsräume 10 bis 22 km² umfassen (Schorcht et al. 2002). Als Wochenstuben dienen der Rauhautfledermaus Rindenspalten und Baumhöhlen sowie Fledermaus- und Vogelkästen. Die Rauhautfledermaus nutzt lineare Strukturen wie Waldwege, Schneisen und Waldränder zur Orientierung (Braun & Dieterlen 2003). Jagd- und Transferflüge finden jedoch auch im freien Luftraum statt.

Für die Rauhautfledermaus werden von Braun & Dieterlen (2003) und Šuba (2014) Flughöhen von 4 bis 15 m bzw. 7 bis 15 m angegeben. Aus Dietz & Kiefer (2014) und Petersons (2004) sind Flughöhen von 3 bis 20 m bzw. 20 bis 50 m bekannt. Banse (2010) gibt an, dass die Rauhautfledermaus während der Jagd oft deutlich über Baumkronenhöhe und beim Streckenflug in 40 bis 50 m Höhe fliegt. Im Rahmen von Erfassungen auf Gondelhöhe ist die Rauhautfledermaus eine häufig nachgewiesene Art (siehe z. B. Behr et al. 2011, Behr et al. 2015), wodurch Rückschlüsse auf Flughöhen der Rauhautfledermaus zwischen etwa 60 m und 100 m zulässig sind. Bei Migrationsflügen über der südlichen Nordsee (in 27 km Entfernung zur belgischen Küste) wurden Rauhautfledermäuse in 16 m und in 93 m Höhe über dem Meeresspiegel nachgewiesen, wobei etwa 10 % aller Nachweise aus 93 m Höhe stammen (Brabant et al. 2019). Weitere Informationen zu (maximalen) Flughöhen der Rauhautfledermaus während des Zuges liegen nicht vor. Die Rauhautfledermaus gehört zu den Arten, die auch bei höheren Windgeschwindigkeiten (> 6 m / s) noch regelmäßig auf Gondelhöhe nachgewiesen werden (Reichenbach et al. 2015).

Die Rauhautfledermaus zählt zu den fernwandernden Fledermausarten und zieht nach Auflösung der Wochenstuben zur Überwinterung nach Mittel- und Südeuropa. Sie fliegt während des Herbstzuges dabei Strecken von 75 km / Tag (Meschede et al. 2017) bzw. nach Petersons (2004) Strecken zwischen 5,1 bis 76,9 km / Tag. Ohlendorf & Kuhring (2016) ermittelten im September 2015 bei zwei im Unteren Odertal bei Schwedt funktelemetrierten Rauhautfledermaus-Weibchen bei Rückenwind weit höhere Zugleistungen von 395 km/29 h bzw. von 488 km/126 h nach Südwesten. Insgesamt werden Distanzen von bis zu 1.905 km z. B. zwischen Lettland und Frankreich zurückgelegt (Petersons 2004). Für Sachsen-Anhalt als intermediär liegendes Transitland liegen Fernfunde hier markierter Tiere aus Frankreich (587 km) und hier wiedergefundener Tiere aus Pape/Lettland (775,6 km) vor (Ohlendorf et al. 2002).

Allgemein wird von einem Breitfrontzug über Deutschland ausgegangen (Meschede et al. 2017). Jedoch scheint es temporäre Verdichtungen im Zusammenhang mit dem Aufsuchen zugzeitlicher Nahrungs- und Rasthabitate zu geben: Im Rahmen des vom Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e. V. initiierten Projektes „Monitoring Fledermauszug Deutschland“ (<http://fledermauszug-deutschland.de/>) wurden z. B. zur Zugzeit im Herbst in großen Anzahlen migrierende Rauhautfledermäuse an Gewässerstrukturen gefangen (Ohlendorf et al. 2016). Zugverdichtungen existieren auch an Küstenlinien (u. a. Seebens et al. 2013).

Der Rauhautfledermaus wird ein sehr hohes Kollisionsrisiko gegenüber WEA zugeschrieben, da sie den freien Luftraum nutzt und ein Zugverhalten aufweist (Hurst et al. 2016c, Banse 2010, Bernotat & Dierschke 2021). Bei Untersuchungen in Nordwestdeutschland war die Rauhautfledermaus die mit Abstand am häufigsten gefundene Art unter den Schlagopfern (Bach et al. 2020) – während sie in der Summe aller Untersuchungen 2011 bis 2016 in 11 Windparks nur ein Viertel der akustischen Aktivität ausmachte, lag ihr Anteil an den Totfunden bei ca. 80 %.

An hohen Anlagen besteht für die Rauhautfledermaus nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art ein mittleres bis hohes Kollisionsrisiko. Hinsichtlich der Einschätzung, ob an diesem Anlagentyp ein zur BMU-Referenzanlage erhöhtes Kollisionsrisiko vorliegt, besteht jedoch eine Prognoseunsicherheit, da zur Aktivitätsverteilung der Art in verschiedenen Höhen keine ausreichenden Informationen vorliegen. Zumindest ist ein gewisser Anteil höherer Flüge bis in ca. 90 m Höhe bei Zugbewegungen belegt. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell mit Zunahme des überstrichenen Luftraums. Dieser Anlagentyp birgt für die Rauhautfledermaus während der Zugzeit, in der von Experten die höchsten Flughöhen angenommen werden, das größte Risiko.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die Rauhautfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

An Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach ist das Kollisionsrisiko für die Rauhautfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb der Jagdgebiete erhöht. Eine erhöhte Gefährdung besteht an diesem Anlagentyp daher besonders für Individuen lokaler Populationen. Aber auch für ziehende Individuen besteht ein Kollisionsrisiko, sobald sie bodennahe Strukturen zur Nahrungsaufnahme oder Balz aufsuchen. In Nordwestdeutschland ist der Anteil solcher WEA besonders hoch. Nach Bach et al. (2020) ist der Zusammenhang von Schlagopferate und Abstand der unteren Rotorspitze zum Boden für die Rauhautfledermaus signifikant, wobei es weitere, statistisch noch nicht identifizierte, Faktoren gibt, die die Schlagrate beeinflussen.

KWEA innerhalb von Siedlungen stellen für die überwiegend waldgebunden lebende Rauhaufledermaus kein großes Risiko dar, jedoch wurde die Art schon im Bereich von KWEA im Offenland erfasst (Thomsen et al. 2020).

Die obige ökologische Gefährdungseinschätzung spiegelt sich auch in den konkreten Daten der Schlagopferzahlen wider, wobei Schlagopfer der Rauhaufledermaus innerhalb eines überdurchschnittlich breiten Spektrums von WEA-Typen gefunden wurden (Abb. 30).

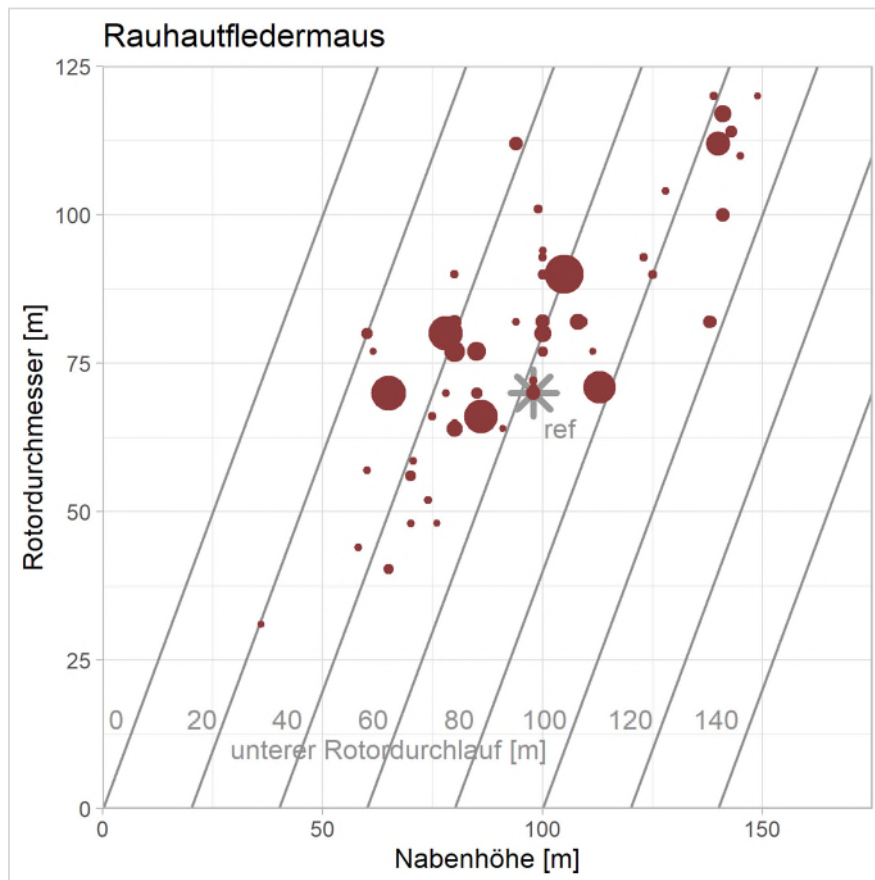


Abb. 30: Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Rauhaufledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.

In Deutschland ist die Rauhaufledermaus die am zweithäufigsten an WEA geschlagene Art (Dürr 2021a). In Europa sind bereits mehr als 1.600 Schlagopfer gemeldet (Dürr 2021b). In Deutschland treten die meisten Schlagopfer in Brandenburg und Sachsen-Anhalt auf, gefolgt von Niedersachsen und Sachsen (Dürr 2021a). Dabei liegt das Verhältnis von adulten zu subadulten Tieren bei etwa 5,5:1; das Geschlechterverhältnis ist ausgeglichen (Niermann et al. 2011).

In allen aktuellen Leitfäden der Bundesländer wird die Rauhaufledermaus als besonders schlaggefährdet eingestuft (Tab. 15). Zu Quartieren sind artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 500 m und 5.000 m einzuhalten, zu Nahrungshabitaten und bedeutsamen Jagdgebieten sind in einigen Länderleitfäden Abstände zwischen 200 m und 1.000 m bzw. 5.000 m zu Massenwinterquartieren vorgegeben. Brandenburg und Schleswig-Holstein legen weiterhin Abstände von 200 m bzw. 1.000 m zu Durchzugskorridoren und Migrationsräumen fest. Nur Brandenburg und das Saarland geben Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Rauhaufledermäuse für den Abschaltalgorithmus an. Dieser

liegt in Brandenburg bei $< 1,0$ und im Saarland bei maximal $1,0$ Individuen pro Jahr und WEA. In den Leitfäden Niedersachsens und des Saarlands werden bei der Rauhaufledermaus höhere Windgeschwindigkeiten für die Abschaltung angesetzt. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagentypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 15: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Rauhaufledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus: Schlagopferzahl von $1,0$ Individuen pro WEA und Jahr Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fledermauswochenstuben und Männchenquartieren mit > 50 Tieren, zu Winterquartieren mit regelmäßig > 100 überwinternden Tieren, zu Hauptnahrungsflächen mit > 100 zeitgleich jagenden Individuen Mindestabstand der WEA von 2.000 m: zu regelmäßig genutzten Flugkorridoren, Jagdgebieten und Durchzugskorridoren
Hessen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fortpflanzungs- und Ruhestätten und zu Massenwinterquartieren
Mecklenburg-Vorpommern	Mindestabstand der WEA von 500 m: zu Quartieren mit > 25 Tieren
Nordrhein-Westfalen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Quartieren Mindestabstand der WEA von 300 m: zu Nahrungshabitaten
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Saarland	Schwellenwert des Abschaltalgorithmus: Schlagopferzahl von höchstens $1,0$ Individuen pro WEA und Jahr
Sachsen-Anhalt	erweiterter Untersuchungsraum auf 3.000 m bei Kenntnis über Reproduktionsgebiete und Winterquartiere und ggf. abgeänderter Untersuchungsumfang Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren
Thüringen	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu Winterquartieren ab 50 Individuen und zu Wochenstubenquartieren

5.3.6 Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus*

Die Mückenfledermaus bevorzugt gewässernahe Lebensräume und sucht große stehende oder langsam fließende Wasserflächen mit den sich anschließenden Auenlandschaften auf. Laktierende und post-laktierende Weibchen scheinen besonders auf Gewässer und deren Randbereiche als Jagdgebiete angewiesen zu sein (Bartonička & Řehák 2004). Als Sommerquartiere nutzt die Art häufig Strukturen an Gebäuden wie Außen- und Flachdachverkleidungen, Zwischendächer und Hohlwände (Braun & Dieterlen 2003, Dietz & Kiefer 2014), aber auch Baumhöhlen und -spalten sowie Fledermauskästen (Blohm & Heise 2005, Blohm & Heise 2008). Die Jagdgebiete liegen im Mittel 1,7 km vom Quartier entfernt, können aber auch 4 bis 10 km (Bodensee) oder bis zu 12 km (Norwegen) entfernt sein (Dietz & Kiefer 2014).

Die Flughöhe der Mückenfledermaus ist zumeist bodennah bei 3,8 m, es wurden aber auch Flüge in über 10 m Höhe beobachtet (Braun & Dieterlen 2003). Es werden sowohl durch Vegetation eng begrenzte Bereiche als auch der offene Luftraum über Gewässern beflogen (Dietz & Kiefer 2014), wobei die mittlere Fluggeschwindigkeit 16,56 km / h beträgt (Braun & Dieterlen 2003). Auch bei Erfassungen auf Gondelhöhe wird die Mückenfledermaus regelmäßig nachgewiesen (siehe z. B. Behr et al. 2011, Behr et al. 2015 und Grunwald 2007). Diese Nachweise in großer Höhe (zwischen etwa 60 und 100 m) könnten mit dem Quartier-Erkundungsverhalten sowie dem Zugverhalten der Art zusammenhängen (Hurst et al. 2016c).

Das saisonale Wanderverhalten der Mückenfledermaus ist noch nicht abschließend geklärt. Neben regelmäßigen Überwinterungen in direkter Nähe der Wochenstuben wiesen Blohm & Heise (2008) Fernwanderungen der Mückenfledermaus über eine maximale Distanz von 1.280 km nach. Lindecke et al. (2019) wiesen entlang einer bekannten Migrationsroute an der lettischen Ostseeküste experimentell nach, dass Mückenfledermäusen sich bei ihren Abflügen südlich – also in Migrationsrichtung – orientieren.

Der Mückenfledermaus wird aufgrund von hohen Totfundzahlen in Europa und der Nutzung von größeren Höhen bei Transfer- und Jagdflügen nach Bernotat & Dierschke (2021) ein generell sehr hohes Kollisionsrisiko gegenüber WEA zugeschrieben. Weiterhin liegen Hinweise vor, dass Mückenfledermäuse (zumindest teilweise) Fernwanderungen unternehmen und ein Erkundungsverhalten an WEA zeigen.

Für die Mückenfledermaus ist ein Kollisionsrisiko an hohen Anlagen nicht auszuschließen, wird jedoch im Vergleich zur BMU-Referenz nicht als erhöht eingeschätzt. Die Art fliegt überwiegend in deutlich niedrigeren Höhen, durch das artspezifische Erkundungsverhalten und während des Zuges werden jedoch auch größere Höhen beflogen. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell durch die Zunahme des überstrichenen Luftraums. Dieser Anlagentyp birgt für die Mückenfledermaus in Quartiernähe und möglicherweise während der Zugzeit das größte Risiko.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die Mückenfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

An Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach ist das Kollisionsrisiko für die Mückenfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb von Jagdgebieten und im Bereich von Transferstrecken erhöht. Eine erhöhte Gefährdung besteht an diesem Anlagentyp daher besonders für Individuen lokaler Populationen.

KWEA innerhalb von Siedlungen könnten besonders in Bereich von Quartieren oder Jagdhabitaten (z. B. beleuchteten Straßenzügen) eine erhöhte Gefahr darstellen. Die Art wurde im Bereich von KWEA im Offenland erfasst, wobei kein Meide- oder Anziehungsverhalten beobachtet werden konnte (Thomsen et al. 2020). Tatchley (2016) konnte nach der Installation von KWEA eine deutliche Abnahme der Nutzung von linearen Strukturen im Abstand von 5 m zur Anlage registrieren. Im Gegensatz dazu wurden bei experimentellen Kurzzeit-Versuchen in Südwestdeutschland mit mobilen KWEA, die für wenige Tage an Orte hoher Fledermausaktivität platziert wurden (teils auch in Quartiernähe) im Nahbereich (10-m-Radius) hohe Aktivitätslevels und Rotordurchflüge verschiedener Arten, auch der Mückenfledermaus, erfasst und generell viele Erkundungsflüge sowie auch ein Schlagopfer der Mückenfledermaus verzeichnet (Hartmann et al. 2021). Zurückgeführt wird dies auch auf regional höhere Aktivitätslevels und die besondere Situation in den ersten Tagen nach Errichtung von KWEA an Fledermaushotspots.

Die obige ökologische Gefährdungseinschätzung spiegelt sich auch in den konkreten Daten der Schlagopferzahlen wider (Abb. 31). Es ist eine Häufung von Totfunden an WEA mit einem niedrigen unteren Rotordurchlauf, aber auch eine Tendenz zu Kollisionen an hohen WEA mit mehr als 80 m unterem Rotordurchlauf zu erkennen, was auf Erkundungsverhalten hindeuten könnte.

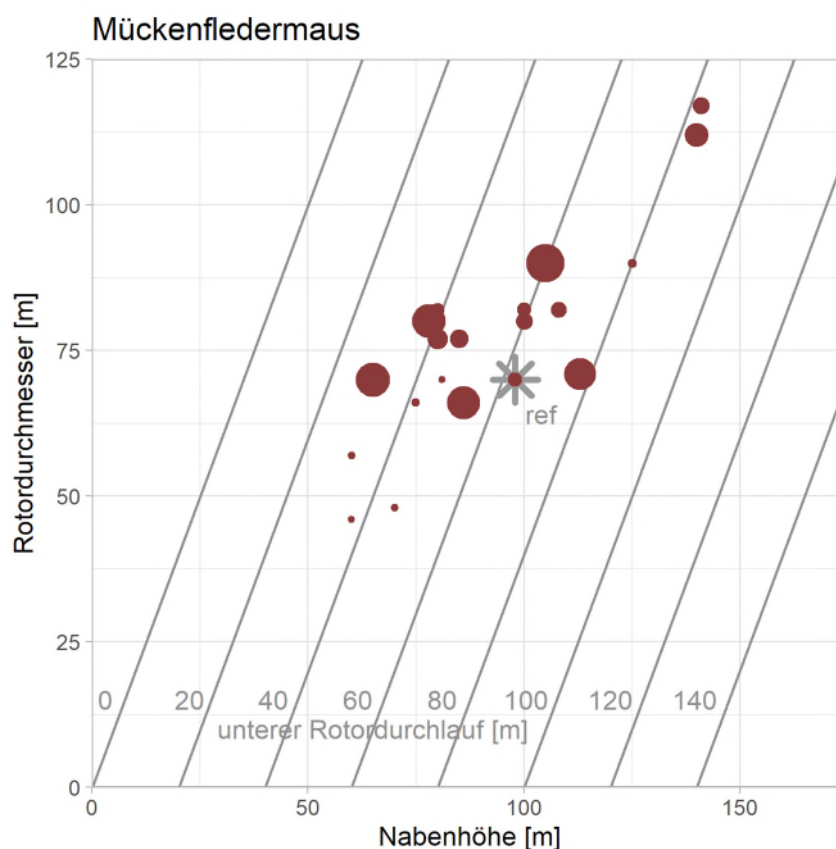


Abb. 31: Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Mückenfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Bisher sind für Deutschland 149 Todesopfer an WEA gemeldet, davon stammen die meisten aus Brandenburg und Sachsen-Anhalt (Dürr 2021a). Europaweit sind insgesamt 451 Mückenfledermäuse als Schlagopfer an WEA registriert worden (Dürr 2021b).

In vielen aktuellen Leitfäden der Bundesländer wird die Mückenfledermaus als besonders schlaggefährdet eingestuft (Tab. 16). Zu Quartieren sind artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 500 m und 1.000 m bzw. 5.000 m zu Massenwinterquartieren einzuhalten, zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren sind in einigen Länderleitfäden Abstände zwischen 200 m und 1.000 m vorgegeben. Brandenburg und Schleswig-Holstein legen weiterhin Abstände von 200 m bzw. 1.000 m zu Durchzugskorridoren und Migrationsräumen fest. Artspezifische Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Mückenfledermäuse für den Abschaltalgorithmus werden in keinem Länderleitfaden angegeben. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagetypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 16: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Mückenfledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere oder > 10 Arten)
Hessen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fortpflanzungs- und Ruhestätten und zu Massenwinterquartieren
Mecklenburg-Vorpommern	Mindestabstand der WEA von 500 m: zu Quartieren mit > 25 Tieren
Nordrhein-Westfalen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Quartieren Mindestabstand der WEA von 300 m: zu Nahrungshabitaten
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Sachsen-Anhalt	erweiterter Untersuchungsraum auf 3 km bei Kenntnis über Reproduktionsgebiete und Winterquartiere und ggf. abgeänderter Untersuchungsumfang Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren

5.3.7 Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus*

Die Zwergfledermaus weist in ihrer Lebensraumwahl eine große Variabilität auf und ist im städtischen Bereich, in ländlichen Siedlungen sowie in Wäldern, trockenen Felslandschaften, an Stillgewässern und in Flussauen beheimatet (Braun & Dieterlen 2003, Simon et al. 2004). Für diesen weitgehenden Kulturfolger befinden sich die Sommerquartiere und Wochenstuben der Art in einem breiten Spektrum an Spalträumen von Gebäuden (Dietz & Kiefer 2014).

Zum Nahrungserwerb werden bevorzugt lineare Strukturen auf festen Bahnen abpatrouilliert (Dietz & Kiefer 2014). Die Jagdhabitate liegen dabei in England im Mittel in 1,5 km Entfernung zur Wochenstube (Davidson-Watts & Jones 2006). Wochenstubenwechsel ganzer Wochenstubenverbände erfolgen zumeist kleinräumig in bis zu 1,3 km Entfernung, von Einzeltieren bis in 15 km Entfernung. Schwärmquartiere werden in bis zu 22,5 km Entfernung aufgesucht (Dietz & Kiefer 2014).

Sachteleben & Helversen (2006) geben für die Zwergfledermaus Flughöhen von 3 bis 10 m an. Hurst et al. (2016b) wiesen bei Messungen an Windmessmasten Zwergfledermäuse in 5 m, 50 m und 100 m Höhe sowie knapp über den Baumkronen (in 44 m Höhe) nach, wobei die Höhenaktivität ihren Schwerpunkt in Spätsommer hatte. Cryan & Barclay (2009) äußerten die Hypothese das solche Aktivitätsmuster im Zusammenhang mit Schwärmverhalten, Insektenansammlungen oder Balzaktivitäten (Cryan 2008) an WEA stehen könnten. Im Rahmen von Gondelmonitorings werden zahlreiche Nachweise der Zwergfledermaus in Höhen von

etwa 60 m bis 100 m (siehe z. B. Behr et al. 2011, Behr et al. 2015 und Grunwald 2007) und auch in Höhen von 120 m sowie 150 m (mündl. Mitt. Albrecht und Grosche, 2020) erbracht.

Während des Zuges werden Entfernungen von relativ geringer Strecke in die Winterquartiere zurückgelegt. Diese befinden sich im Durchschnitt in 19,6 km Entfernung von den Sommerlebensräumen (Braun & Dieterlen 2003).

Für die Zwergfledermaus wird, vor allem zur Schwärmzeit im Spätsommer und Herbst, ein sehr hohes Kollisionsrisiko aufgrund von Jagd- und Transferflügen im freien Luftraum und aufgrund ihres Erkundungsverhalten an WEA angenommen (Hurst et al. 2016c, Bernotat & Dierschke 2021).

Für die Art ist ein Kollisionsrisiko an hohen Anlagen nicht auszuschließen, wird jedoch im Vergleich zur BMU-Referenz nicht als erhöht eingeschätzt. Die Zwergfledermaus fliegt überwiegend in deutlich niedrigeren Höhen, durch das artspezifische Erkundungsverhalten vor allem zur Schwärmzeit im Spätsommer und Herbst werden jedoch auch größere Höhen beflogen und WEA-Türme auch direkt an- und umflogen. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell durch die Zunahme des überstrichenen Luftraums. Dieser Anlagentyp birgt für die Zwergfledermaus in Quartiernähe das größte Risiko.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die Zwergfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

An Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach ist das Kollisionsrisiko für die überwiegend niedrig fliegende Zwergfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb von Jagdgebieten und im Bereich von Transferstrecken erhöht. Bach & Rahmel (2004) beobachteten auch ein verändertes Jagdverhalten bei Anlagen mit sich senkrecht zur Hecke drehenden Rotoren (Rotorspitze nur 10 m von Hecke entfernt). Individuen der Art flogen an dieser Stelle auffällig dicht über den Boden, während sie bei sich parallel zur Jagdstrecke drehenden Rotoren wie gewohnt entlang der Hecke flogen.

KWEA innerhalb von Siedlungen könnten besonders in Bereich von Quartieren oder Jagdhabitaten eine erhöhte Gefahr darstellen, da Zwergfledermäuse z. B. auch in beleuchteten Straßenzügen jagen. Die Art wurde in Nordwestdeutschland im Bereich von regulär betriebenen KWEA im Offenland erfasst, wobei kein Meide- oder Anziehungsverhalten und kaum Erkundungsverhalten beobachtet wurde (Thomsen et al. 2020). Eine andere Untersuchung (Tatchley 2016) zeigte, dass die Aktivität von Zwergfledermäusen durch nah an linearen Gehölzstrukturen platzierte KWEA abnahm. Im Gegensatz dazu wurden bei experimentellen Kurzzeit-Versuchen in Südwestdeutschland mit mobilen KWEA, die für wenige Tage an Orte hoher Fledermausaktivität platziert wurden (teils auch in Quartiernähe) im Nahbereich (10-m-Radius) hohe Aktivitätslevels und Rotordurchflüge verschiedener Arten, auch der Zwergfledermaus, erfasst und generell viele Erkundungsflüge verzeichnet (Hartmann et al. 2021). Zurückgeführt wird dies auch auf regional höhere Aktivitätslevels und die besondere Situation in den ersten Tagen nach Errichtung von KWEA an Fledermaushotspots.

Die obige ökologische Gefährdungseinschätzung spiegelt sich überwiegend in den konkreten Daten der Schlagopferzahlen wider (Abb. 32). An WEA mit Nabenhöhen von über 120 m und unteren Rotordurchläufen von mehr als 80 m zeichnet sich ein weiterer Schlagopfer-Schwerpunkt ab, der wahrscheinlich auf Kollisionen im Zusammenhang mit Erkundungsverhalten an WEA durch Zwergfledermäusen beruht.

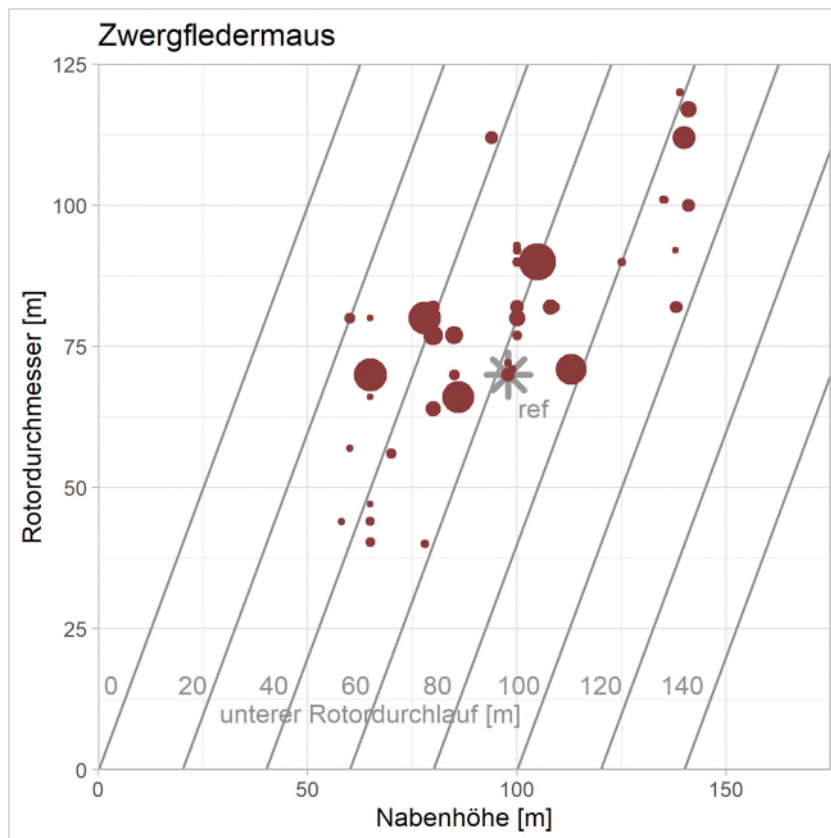


Abb. 32: Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Zwergfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Ein vom WEA-Typ weitgehend unabhängiger Aspekt ist das artspezifische Erkundungsverhalten vor allem zur Schwärmzeit im Spätsommer und Herbst, wobei auch WEA-Türme an- und umflogen werden und die Tiere bis in Gondelnähe aufsteigen können. Bis in welche Höhen dies erfolgen kann, ist bislang nicht im Detail bekannt.

Europaweit ist die Zwergfledermaus mit mehr als 2.400 Schlagopfern die mit Abstand am häufigsten an WEA gemeldete Art (Dürr 2021b). In Deutschland ist die Zwergfledermaus mit 759 Kollisionsopfern (Dürr 2021a) die am dritthäufigsten geschlagene Art, wobei die meisten Schlagopfer in Brandenburg und Baden-Württemberg registriert wurden. Bei Auswertungen von Schlagopfern konnten durch Niermann et al. (2011) von 39 Individuen 15 als adulte und 21 als subadulte Tiere angesprochen werden, im Folgejahr war das Verhältnis fast ausgeglichen. Das Geschlechterverhältnis war in beiden Untersuchungsjahren ausgeglichen.

In fast allen aktuellen Leitfäden der Bundesländer wird die Zwergfledermaus als besonders schlaggefährdet eingestuft (Tab. 17). Nordrhein-Westfalens Leitfaden stellt hier eine Ausnahme dar: Individuenverluste der Zwergfledermaus an WEA erfüllen hier per Definition in der Regel nicht das Tötungs- und Verletzungsverbot des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG. Zu Quartieren sind artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 500 m und 1.000 m bzw. 5.000 m zu Massenwinterquartieren einzuhalten, zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren sind in einigen Länderleitfäden Abstände zwischen 200 m und 1.000 m vorgegeben. Artspezifische Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Zwergfledermäuse für den Abschaltalgorithmus werden nur in Brandenburg mit 2,0 Individuen pro Jahr und WEA angegeben. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagentypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 17: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Zwergfledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fledermauswochenstuben und Männchenquartieren mit > 50 Tieren, zu Winterquartieren mit regelmäßig > 100 überwinternden Tieren, zu Hauptnahrungsflächen mit > 100 zeitgleich jagenden Individuen Mindestabstand der WEA von 2.000 m: zu regelmäßig genutzten Flugkorridoren, Jagdgebieten und Durchzugskorridoren
Hessen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fortpflanzungs- und Ruhestätten und zu Massenwinterquartieren
Mecklenburg-Vorpommern	Mindestabstand der WEA von 500 m: zu Quartieren mit > 25 Tieren
Nordrhein-Westfalen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Quartieren Mindestabstand der WEA von 300 m: zu Nahrungshabitaten
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Sachsen-Anhalt	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren
Thüringen	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu Winterquartieren ab 50 Individuen und zu Wochenstubenquartieren

5.3.8 Nordfledermaus *Eptesicus nilssonii*

Wochenstuben der Nordfledermaus befinden sich häufig in Spalten an und in Gebäuden. Es werden enge Hohlräume hinter Schiefer-, Holz- oder Blechverkleidungen an Fassaden, hinter Fensterläden und im Firstbereich des Daches genutzt. Einzelfunde von Wochenstuben der Art in Baumhöhlen existieren (Steinhauser 1999), sind aber nicht die Regel.

Jagdgebiete der Art befinden sich im Bereich von Seen und Bächen, Wiesen, entlang von Waldrändern, in Wäldern und in Siedlungen, wo bevorzugt in der Nähe von Straßenlampen gejagt wird. Die Jagdgebiete sind zur Wochenstubenzeit mit 20 ha im Allgemeinen klein und liegen in ca. 800 m Entfernung zum Quartier, können aber auch bis zu 10 km entfernt sein (Dietz & Kiefer 2014). Ein Weibchen einer isolierten Flachlandpopulation in Sachsen-Anhalt suchte ein Jagdgebiet in 1,3 km Entfernung zum Quartier auf (Kuhring & Meyer 2018). Untersuchungen an einer niedersächsischen Kolonie zeigten, dass der Aktionsraum von Nordfledermäusen im Median 524 ha und maximal 732 ha einnimmt (Haupt et al. 2006).

Banse (2010) klassifiziert die Nordfledermaus als Luftraumjäger, welcher oft deutlich über Baumkronenhöhe jagt und bei Transferflügen den Luftraum unterhalb und knapp oberhalb der Baumkronen nutzt. Für die Art sind Flughöhen von 2 bis 50 m bekannt, gelegentlich werden Tiere auch in noch größeren Höhen und bis 100 m Höhe jagend beobachtet (Grell & Rydell 2001, Braun & Dieterlen 2003). Transferflüge finden in offenem Gelände gewöhnlich in 2 bis 5 m Höhe und auf direktem Weg, also unabhängig von Leitstrukturen im Gelände statt (Braun & Dieterlen 2003, De Jong 1994). Die Nordfledermaus erreicht bei Jagdflügen Geschwindigkeiten von 5 bis 6 m / s (Braun & Dieterlen 2003).

Für die Nordfledermaus besteht ein generell erhöhtes Kollisionsrisiko aufgrund ihres Flugs im freien Luftraum (Hurst et al. 2016c, Banse 2010). Ein besonders erhöhtes Kollisionsrisiko besteht wahrscheinlich im Umfeld von Wochenstuben- und Paarungsquartieren in Mittelgebirgs- und alpinen Lagen (Hurst et al. 2016c). Der Nachweis einer isolierten Flachlandpopulation in Sachsen-Anhalt und Nachweise in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern Kuhring & Meyer (2018) zeigen jedoch, dass die Nordfledermaus nicht ausschließlich in

montanen Landschaftsformen durch Kollision mit WEA gefährdet ist.

An hohen Anlagen besteht für die Nordfledermaus nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art ein mittleres-hohes Kollisionsrisiko. Wahrscheinlich besteht an diesem Anlagentyp, verglichen mit der BMU-Referenzanlage, aufgrund der überwiegend niedrigeren Flughöhe jedoch kein erhöhtes Kollisionsrisiko. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell durch die Zunahme des überstrichenen Luftraums.

An Anlagen mit großen Rotoren ist das Kollisionsrisiko für die Nordfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

An Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach ist das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb der Jagdgebiete und im Bereich von Transferstrecken erhöht.

KWEA innerhalb von Siedlungen könnten besonders in Bereich von Quartieren oder Jagdhabitaten (z. B. beleuchteten Straßenzügen) eine erhöhte Gefahr darstellen.

Um die obige ökologische Gefährdungseinschätzung bestätigen zu können, liegen zurzeit zu wenig Schlagopferdaten vor (Abb. 33)

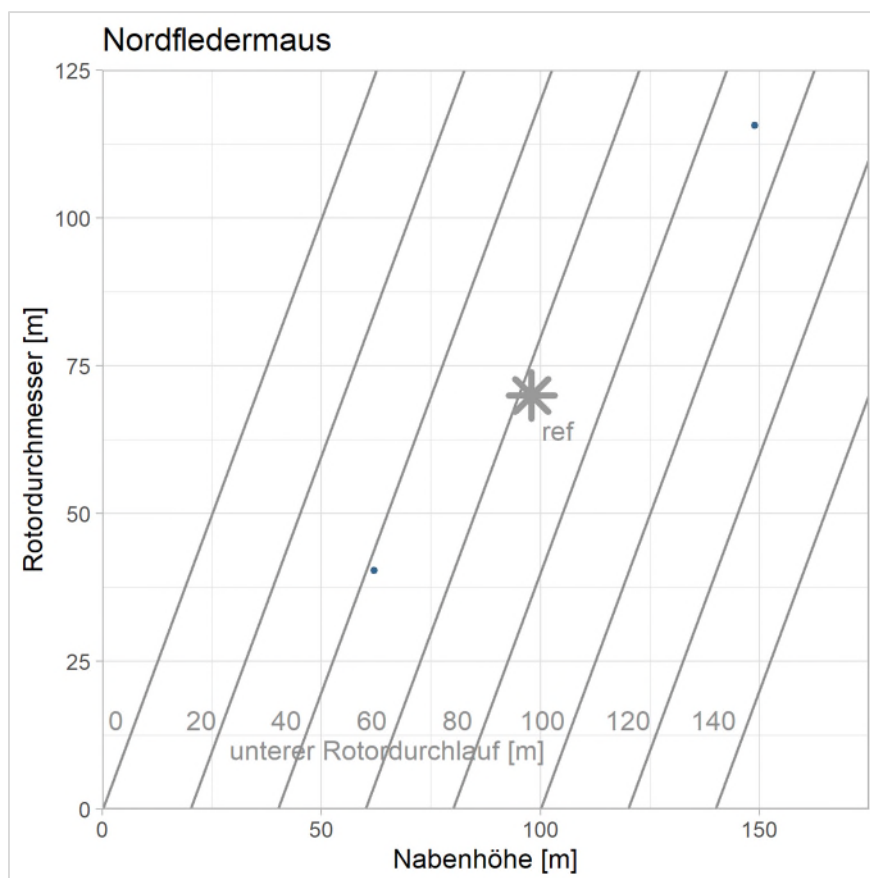


Abb. 33: Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Nordfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Europaweit sind 45 Schlagopfer (Dürr 2021b), davon 6 in Deutschland (Dürr 2021a) bekannt. Findet in Zukunft ein verstärkter Zubau von WEA in Mittelgebirgsregionen und somit im primären Lebensraum der Nordfledermaus in Deutschland statt, ist mit einer Erhöhung der Schlagopferzahlen zu rechnen. Unterstrichen wird diese Annahme durch Zahlen aus Schweden, wo die dort häufig vorkommende Nordfledermaus insgesamt 47 % der gefundenen Schlagopfer unter WEA ausmacht (Ahlén 2002).

In vielen aktuellen Leitfäden der Bundesländer wird die Nordfledermaus als besonders schlaggefährdet eingestuft (Tab. 18). Zu Quartieren sind artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 500 m und 1.000 m bzw. 5.000 m zu Massenwinterquartieren einzuhalten, zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren sind in einigen Länderleitfäden Abstände zwischen 200 m und 1.000 m vorgegeben. Nur Mecklenburg-Vorpommern gibt einen artspezifischen Schwellenwert hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Nordfledermäuse für den Abschaltalgorithmus an. Dieser liegt bei < 2 Individuen pro Jahr und WEA. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagentypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 18: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Nordfledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fledermauswochenstuben und Männchenquartieren mit > 50 Tieren, zu Winterquartieren mit regelmäßig > 100 überwinternden Tieren, zu Hauptnahrungsflächen mit > 100 zeitgleich jagenden Individuen Mindestabstand der WEA von 2.000 m: zu regelmäßig genutzten Flugkorridoren, Jagdgebieten und Durchzugskorridoren
Hessen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fortpflanzungs- und Ruhestätten und zu Massenwinterquartieren
Mecklenburg-Vorpommern	Mindestabstand der WEA von 500 m: zu Quartieren mit > 25 Tieren ggf. niedrigere Schwellenwerte (< 2 Schlagopfer je WEA und Jahr)
Nordrhein-Westfalen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Quartieren Mindestabstand der WEA von 300 m: zu Nahrungshabitaten
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Sachsen-Anhalt	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren

5.3.9 Breitflügelfledermaus *Eptesicus serotinus*

Die Breitflügelfledermaus nutzt eine Vielzahl von Lebensräumen in der Kulturlandschaft wie strukturreiche Siedlungsränder, Parks, Streuobstwiesen, Viehweiden, Waldränder, Gewässer aber auch das Innere von Dörfern, Städten und Großstädten (Dietz & Kiefer 2014). Die Sommer- und Winterquartiere befinden sich fast ausschließlich in Gebäuden. Die Jagdgebiete liegen ebenfalls in der Kulturlandschaft. Dabei nutzt die Art intensiv Leitstrukturen wie Baumreihen und Hecken (Braun & Dieterlen 2003).

Banse (2010) klassifiziert die Breitflügelfledermaus als Luftraumjäger, welcher oft deutlich über Baumkronenhöhe jagt und bei Transferflügen den Luftraum unterhalb und knapp oberhalb der Baumkronen nutzt. Die Flughöhe der Breitflügelfledermaus über offenem Gelände wird von Braun & Dieterlen (2003) mit 10 m angegeben, Jensen & Miller (1999) beobachteten bei Jagdflügen mittlere Flughöhen zwischen 6,8 m und 10,7 m. Baagøe (2001) gibt für den geradlinigen Wanderflug Flughöhen der Art von 10 bis 15 m Höhe an, im offenen Luftraum auch Flüge in 20 bis 40 m Höhe. Robinson & Stebbings (1997) beobachteten Jagdflüge zwischen 3 m und 30 m. Im Rahmen von Erfassungen auf Gondelhöhe werden Breitflügelfledermäuse in geringer Anzahl nachgewiesen (siehe z. B. Behr et al. 2011, Behr et al. 2015,

Grunwald 2007), wodurch vereinzelt Flughöhen zwischen etwa 60 m und 100 m belegt sind.

Die Breitflügelfledermaus jagt zumeist in einem 4,5-km-Radius um ihr Quartier, selten in bis zu 12 km Entfernung. Ihr Jagdgebiet umfasst im Mittel 4,6 km², maximal 48 km² (Dietz & Kiefer 2014). Beim Flug kann sie Geschwindigkeiten von bis zu 30 km / h erreichen (Braun & Dieterlen 2003).

Für die Breitflügelfledermaus besteht aufgrund von Flügen im freien Luftraum und hohen Totfundzahlen ein hohes Kollisionsrisiko, vor allem im Umfeld von Wochenstuben- und Paarungsquartierzentren in tiefen bis mittleren Höhenlagen (Bernotat & Dierschke 2021, Hurst et al. 2016c).

An hohen Anlagen kann für die Breitflügelfledermaus nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art ein Kollisionsrisiko nicht ausgeschlossen werden. Jedoch besteht an diesem Anlagentyp, verglichen mit der BMU-Referenzanlage, aufgrund der überwiegend niedrigeren Flughöhe kein erhöhtes Kollisionsrisiko. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell durch die Zunahme des überstrichenen Luftraums. Bei hohen Anlagen mit einem großen Abstand zwischen unterer Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach dürfte sich das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenz aufgrund der zumeist niedrigen Flughöhe eher verringern.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die Breitflügelfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach stellen für Breitflügelfledermäuse wahrscheinlich die größte Gefahr dar, da sich der von den Rotoren überstrichene Luftraum mit dem Flugraum der Art überschneidet. Das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage ist vor allem innerhalb der Jagdgebiete und im Bereich von Transferstrecken erhöht.

KWEA innerhalb von Siedlungen und im Offenland könnten besonders in Bereich von Quartieren oder Jagdhabitaten eine erhöhte Gefahr für die Breitflügelfledermaus darstellen und die Art wurde auch schon im Bereich von KWEA im Offenland erfasst (Thomsen et al. 2020).

Die obige ökologische Gefährdungseinschätzung spiegelt sich in den konkreten Daten der Schlagopferzahlen wider (Abb. 34). Aus den Daten geht kein erhöhtes Kollisionsrisiko an hohen WEA hervor.

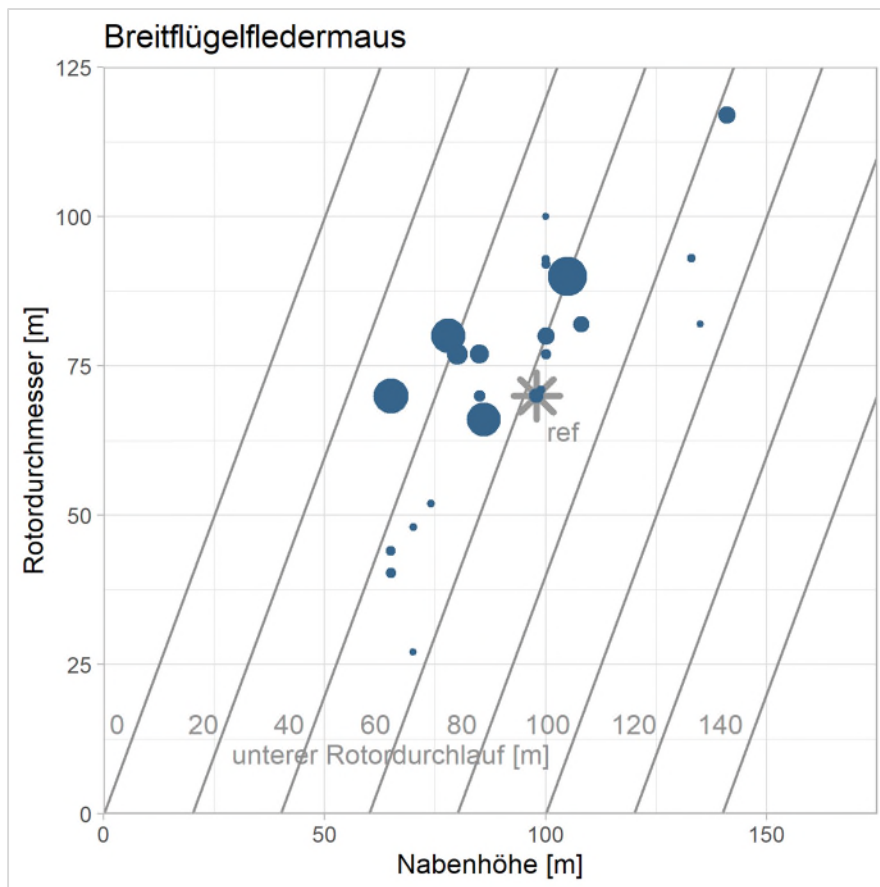


Abb. 34: Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Breitflügelfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.

Europaweit sind 123 Schlagopfer (Dürr 2021b), davon 68 in Deutschland (Dürr 2021a) bekannt. Die meisten Totfunde wurden in Brandenburg und Niedersachsen gemeldet.

In fast allen aktuellen Leitfäden der Bundesländer wird die Breitflügelfledermaus als besonders schlaggefährdet eingestuft (Tab. 19). Zu Quartieren sind artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 500 m und 1.000 m bzw. 5.000 m zu Massenwinterquartieren einzuhalten, zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren sind in einigen Länderleitfäden Abstände zwischen 200 m und 1.000 m vorgegeben.

Artspezifische Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Breitflügelfledermäuse für den Abschaltalgorithmus werden in keinem Länderleitfaden angegeben. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagetypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 19: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Breitflügelfledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere oder > 10 Arten)
Hessen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Fortpflanzungs- und Ruhestätten und zu Massenwinterquartieren
Mecklenburg-Vorpommern	Mindestabstand der WEA von 500 m: zu Quartieren mit > 25 Tieren
Nordrhein-Westfalen	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Quartieren Mindestabstand der WEA von 300 m: zu Nahrungshabitaten
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Sachsen-Anhalt	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren
Thüringen	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu Winterquartieren ab 50 Individuen und zu Wochenstubenquartieren

5.3.10 Teichfledermaus *Myotis dasycneme*

Die Teichfledermaus besiedelt gewässerreiche Gegenden mit langsam fließenden breiten Flüssen, Kanälen, Seen und Teichen, die sie, neben Schilfgebieten, Wiesen und Waldrändern, auch als Jagdgebiete aufsucht (Dietz & Kiefer 2014). Größere Kolonien von Weibchen oder Männchen wurden in Deutschland bisher ausschließlich an bzw. in Gebäuden nachgewiesen. Wenige Funde einzelner Tiere liegen aus Baumhöhlen und Fledermauskästen vor (Meschede & Heller 2002).

Bei der Jagd fliegen Teichfledermäuse in äußerst geringer Höhe. Van De Sijpe (2008) bestimmte Flughöhen jagender Teichfledermäuse zwischen 6 bis 60 cm, Siemers et al. (2005) ermittelten in Experimenten durch Bildmessverfahren Flughöhen von ca. 50 cm. Britton et al. (1997) wiesen bei Transferflügen über Wasser für die Teichfledermaus Flughöhen von etwa 26 cm nach. Informationen zu genauen Flughöhen bei Transferflügen über Land oder während des Zuges fehlen. Götsche & Göbel (2007) berichteten über eine Teichfledermaus, die im September als Schlagopfer an einer WEA mit 20 m Abstand zwischen unterer Rotorspitze und Bodenoberfläche gefunden wurde. Dieser Fund lässt Rückschlüsse auf Flughöhen von mehr als 20 m Höhe zumindest während des Herbstzuges zu. Die Jagdgebiete der Teichfledermaus können sich in Entfernungen von 10 km bis 15 km vom Quartier befinden (Boye et al. 2004).

Die Teichfledermaus gehört, zumindest teilweise, zu den Mittelstreckenziehern. Populationen aus dem Norddeutschen Tiefland und den Niederlanden überwintern in den angrenzenden Mittelgebirgen in Entfernungen von bis zu 300 km von den Sommerquartieren (Dietz & Kiefer 2014). Für die Teichfledermaus besteht aufgrund der überwiegend geringen Flughöhen ein eher geringes Kollisionsrisiko an WEA (Bernotat & Dierschke 2021, Hurst et al. 2016c).

An hohen Anlagen wird für die Teichfledermaus, nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art, kein Kollisionsrisiko vermutet. So besteht an diesem Anlagentyp, verglichen mit der BMU-Referenzanlage, auch kein erhöhtes Kollisionsrisiko. Bei hohen Anlagen mit einem großen Abstand zwischen unterer Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach dürfte sich das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenz aufgrund der niedrigen Flughöhe eher verringern.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die Teichfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach stellen für Teichfledermäuse wahrscheinlich die größte Gefahr dar. Das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage ist vor allem im Bereich von Transferstrecken oder Jagdhabitaten über Land sowie während des Zuges erhöht.

KWEA innerhalb von Siedlungen könnten besonders in Bereich von Quartieren und Transferstrecken eine erhöhte Gefahr für die Teichfledermaus darstellen. Im Offenland bergen KWEA ebenfalls im Bereich von Transferstrecken, sowie im Bereich von Jagdhabitaten über Land, eine erhöhte Gefährdung.

Um die obige ökologische Gefährdungseinschätzung anhand der realen Fundverteilung bestätigen zu können, liegen zurzeit zu wenig Schlagopferdaten vor.

In Deutschland sind 3 Schlagopfer, davon zwei aus Niedersachsen und eines aus Schleswig-Holstein bekannt (Dürr 2021a). Aus anderen europäischen Ländern liegen derzeit keine dokumentierten Schlagopfer der Teichfledermaus vor (Dürr 2021b).

Die Teichfledermaus wird im aktuellen Leitfaden von Schleswig-Holstein als schlaggefährdet eingestuft (Tab. 20). Sachsen-Anhalt und Niedersachsen berücksichtigen die Teichfledermaus je nach lokalem Vorkommen bzw. ihrer Verbreitung als schlaggefährdete Art. In Hessen gilt die Teichfledermaus als Art mit geringer Kollisionsgefährdung.

In Sachsen-Anhalt und Brandenburg sind artübergreifend 1.000 m Abstand zu Winterquartieren vorgeschrieben, in Sachsen-Anhalt auch zu Reproduktionsquartieren. Im Leitfaden Schleswig-Holsteins sind artübergreifend Abstände von 1.000 m zu regelmäßig von mehr als 100 Individuen genutzten Winterquartieren, sowie größere Abstände von bis zu 3.000 m zu Massenwinterquartieren einzuhalten. Weiterhin gelten in einigen Länderleitfäden artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 200 m und 1.000 m zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren. Artspezifische Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Teichfledermäuse für den Abschaltalgorithmus werden in keinem Länderleitfaden angegeben. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagetypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 20: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Teichfledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere oder > 10 Arten)
Sachsen-Anhalt	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren

5.3.11 Brandtfledermaus *Myotis brandtii*

Der Lebensraum der Brandtfledermaus ist von Wald und Gewässern geprägt (Taake 1984). Die Art jagt in Waldbiotopen (Laub-, Laubmisch- und Nadelwälder), entlang von Feldgehölzen und Hecken sowie über Gewässern und deren Begleitvegetation (Dietz & Kiefer 2014). Quartiere werden hauptsächlich an und in Gebäuden in Waldnähe bezogen, wobei Zwischendachbereiche, Dachböden und Spalträume an hölzernen Fassaden genutzt werden (Dietz & Kiefer 2014, Braun & Dieterlen 2003). Weniger häufig werden Baumhöhlen und -spalten von Wochenstuben bewohnt, regional werden auch Fledermauskästen als Wochenstuben- oder Zwischenquartiere aufgesucht (Meschede & Heller 2002, Mammen et al. 2018).

Die Brandtfledermaus gehört zu den strukturgebunden fliegenden Arten, welche Strecken zwischen Quartier und Jagdhabitaten entlang von linearen Gehölzstrukturen wie Baumreihen und Hecken zurücklegt. Braun & Dieterlen (2003) geben den Aufenthaltsbereich der Brandtfledermaus bei Jagdflügen zwischen 2 m und 10 m Höhe an, bei „Hochjagden“ wird auch der Raum zwischen den Baumkronen bis in 20 m Höhe bzw. knapp unterhalb des Blätterdachs beflogen. De Jong (1995) ermittelte für die Art durchschnittliche Flughöhen von 2,7 m.

Für die Brandtfledermaus ist aufgrund der stark strukturgebundenen Flugweise und der damit einhergehenden geringen Flughöhen ein sehr geringes bzw. geringes Kollisionsrisiko an WEA anzunehmen (Bernotat & Dierschke 2021, Hurst et al. 2016c).

An hohen Anlagen wird für die Brandtfledermaus, nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art, kein Kollisionsrisiko vermutet. So besteht an diesem Anlagentyp, verglichen mit der BMU-Referenzanlage, auch kein erhöhtes Kollisionsrisiko. Bei hohen Anlagen mit einem großen Abstand zwischen unterer Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach dürfte sich das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenz aufgrund der niedrigen Flughöhe verringern.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die Brandtfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach stellen für Brandtfledermäuse wahrscheinlich die größte Gefahr dar. Das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage ist vor allem im Bereich von Jagdhabitaten erhöht.

KWEA innerhalb von Siedlungen könnten besonders in Bereich von Quartieren und bei einer strukturnahen Lage im Bereich von Jagdhabitaten eine erhöhte Gefahr für die Brandtfledermaus darstellen. Im Offenland bergen KWEA bei einer strukturnahen Platzierung im Bereich von Transferstrecken und im Bereich von Jagdhabitaten eine erhöhte Gefährdung.

Um die obige ökologische Gefährdungseinschätzung anhand der realen Fundverteilung bestätigen zu können, liegen zurzeit zu wenig Schlagopferdaten vor.

In Deutschland sind 2 Schlagopfer, davon eins aus Brandenburg und eins aus Sachsen-Anhalt bekannt (Dürr 2021a). Aus anderen europäischen Ländern liegen derzeit keine dokumentierten Schlagopfer der Brandtfledermaus vor (Dürr 2021b).

Die Brandtfledermaus wird nur im aktuellen Leitfaden von Schleswig-Holstein als schlaggefährdet eingestuft (Tab. 21). In Rheinland-Pfalz und im Saarland wird sie als Art mit erhöhter Planungsrelevanz in Wäldern (Quartierverlust) gelistet. In Hessen gilt die Brandtfledermaus als Art mit geringer Kollisionsgefährdung.

In Hessen ist ein Mindestabstand von 200 m zu bekannten Wochenstuben der Brandtfledermaus einzuhalten. In Sachsen-Anhalt und Brandenburg sind artübergreifend 1.000 m Abstand zu Winterquartieren vorgeschrieben, in Sachsen-Anhalt auch zu Reproduktionsquartieren. Im Leitfaden Schleswig-Holsteins sind artübergreifend Abstände von 1.000 m zu regelmäßig von mehr als 100 Individuen genutzten Winterquartieren, sowie größere Abstände von bis zu 3.000 m zu Massenwinterquartieren einzuhalten. Weiterhin gelten in einigen Länderleitfäden artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 200 m und 1.000 m zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren. Artspezifische Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Brandtfledermäuse für den Abschaltalgorithmus werden in keinem Länderleitfaden angegeben. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagentypen erfolgt in den Leitfäden zwar nicht, in Hessen wird für die Brandtfledermaus jedoch ein freizuhaltender Luftraum zwischen unterer Rotorspitze und Baumkronen von 50 m festgelegt.

Tab. 21: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Brandtfledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere oder > 10 Arten)
Hessen	Mindestabstand der WEA von 200 m zu bekannten Wochenstubenquartieren, freizuhaltender Luftraum von 50 m über Baumkronen
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Sachsen-Anhalt	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren

5.3.12 Bartfledermaus *Myotis mystacinus*

Der Lebensraum der Bartfledermaus ist durch offene und halboffene Landschaften mit Feldern, Wiesen, Baumgruppen, Wald(-rändern), Hecken, Brachland sowie (Obst-)Gärten geprägt, wobei die Bindung an Waldgebiete deutlich schwächer ausfällt als bei der Brandtfledermaus (Taake 1984, Dietz & Kiefer 2014). Quartiere bezieht die Art überwiegend in spaltenartigen Verstecken in und an Gebäuden, z. B. hinter Haus- und Dachverkleidungen sowie Fensterläden oder in engen Schlupfwinkeln in Dachbereichen. Seltener sind Funde aus Nistkästen oder Waldquartieren belegt (Meschede & Heller 2002, Braun & Dieterlen 2003). Als Jagdgebiete werden grenzlinienreiche Habitate in Siedlungsnähe mit Bachläufen, Hecken, Waldrändern und auch geschlossene Waldgebiete aufgesucht (Meschede & Heller 2002). Die Bartfledermaus zeigt eine gewisse Bevorzugung mittlerer Lagen und ist im Gebirge noch höher anzutreffen als alle übrigen Gattungsvertreter (Braun & Dieterlen 2003). Der Aktionsradius reicht bis ca. 3 km um das Quartier, teils auch nur bis 1 km (Cordes 2004).

Die Flughöhe der Bartfledermaus beträgt im Durchschnitt 3,3 m, es wurden aber auch Jagdflüge in ca. 15 m Höhe zwischen den Baumkronen beobachtet (Braun & Dieterlen 2003). Dies deckt sich mit den Angaben von Dietz & Kiefer (2014), welche für die Jagd Flughöhen zwischen 1 bis 6 m, aber auch bis in die Kronenbereiche der Bäume angeben. Dabei erreicht sie Durchschnittsgeschwindigkeiten im Geradeausflug von 4,8 m / s (Braun & Dieterlen 2003).

Für die Bartfledermaus ist aufgrund der stark strukturgebundenen Flugweise und der damit einhergehenden geringen Flughöhen ein sehr geringes Kollisionsrisiko an WEA anzunehmen (Bernotat & Dierschke 2021).

An hohen Anlagen wird für die Bartfledermaus, nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art, kein Kollisionsrisiko vermutet. So besteht an diesem Anlagentyp, verglichen mit der BMU-Referenzanlage, auch kein erhöhtes Kollisionsrisiko. Bei hohen Anlagen mit einem großen Abstand zwischen unterer Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach dürfte sich das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenz aufgrund der niedrigen Flughöhe verringern.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die Bartfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach stellen für Bartfledermäuse wahrscheinlich die größte Gefahr dar. Das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage ist vor allem im Bereich von Jagdhabitaten erhöht.

KWEA innerhalb von Siedlungen könnten besonders in Bereich von Quartieren und bei einer strukturnahen Lage im Bereich von Jagdhabitaten eine erhöhte Gefahr für die Bartfledermaus darstellen. Im Offenland bergen KWEA bei einer strukturnahen Platzierung im Bereich von Transferstrecken und im Bereich von Jagdhabitaten eine erhöhte Gefährdung.

Um die obige ökologische Gefährdungseinschätzung anhand der realen Fundverteilung bestätigen zu können, liegen zurzeit zu wenig Schlagopferdaten vor.

In Deutschland sind 3 Schlagopfer, davon zwei aus Baden-Württemberg und eins aus dem Saarland bekannt (Dürr 2021a). Aus Griechenland und Frankreich ist jeweils ein Schlagopfer der Bartfledermaus dokumentiert (Dürr 2021b).

In den Leitfäden von Rheinland-Pfalz und des Saarlands wird die Bartfledermaus als Art mit erhöhter Planungsrelevanz in Wäldern (Quartierverlust) gelistet (Tab. 22). In Hessen gilt die Bartfledermaus als Art mit geringer Kollisionsgefährdung.

In Rheinland-Pfalz sind zu Massenwinterquartieren der Bartfledermaus 5.000 m Mindestabstand einzuhalten. In Sachsen-Anhalt und Brandenburg sind artübergreifend 1.000 m Abstand zu Winterquartieren vorgeschrieben, in Sachsen-Anhalt auch zu Reproduktionsquartieren. Im Leitfaden Schleswig-Holsteins sind artübergreifend Abstände von 1.000 m zu regelmäßig von mehr als 100 Individuen genutzten Winterquartieren, sowie größere Abstände von bis zu 3.000 m zu Massenwinterquartieren einzuhalten. Weiterhin gelten in einigen Länderleitfäden artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 200 m und 1.000 m zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren. Artspezifische Schwellenwerte hinsichtlich der maximalen Anzahl verunglückter Bartfledermäuse für den Abschaltalgorithmus werden in keinem Länderleitfaden angegeben. Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagentypen erfolgt in den Leitfäden nicht.

Tab. 22: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Bartfledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere oder > 10 Arten)
Rheinland-Pfalz	Mindestabstand der WEA von 5.000 m: zu national bedeutenden Massenwinterquartieren
Sachsen-Anhalt	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren

5.3.13 Mopsfledermaus *Barbastella barbastellus*

Die Mopsfledermaus bewohnt und bejagt im Sommerhalbjahr überwiegend walddreiche Landschaften bzw. großflächige Waldgebiete (Meschede & Heller 2002). Die Sommerquartiere befinden sich in Wäldern hinter abstehender Rinde, in Stammanrissen, flachen Fledermauskästen und an Gebäuden hinter Fensterläden und Holzverkleidungen (Dietz & Kiefer 2014, Steck & Brinkmann 2015).

Jagdgebiete sind überwiegend in Wäldern oder parkartigen Landschaften (Dietz et al. 2007), aber auch entlang von Waldrändern, Baumreihen, Feldhecken, Wasserläufen und baumgesäumten Feldwegen zu finden (Meschede & Heller 2000). Die Jagdgebiete liegen meist nah an den Wochenstuben in bis zu 7 km Entfernung (Dietz & Kiefer 2014).

Flughöhen der Mopsfledermaus während der Jagd liegen nach Braun & Dieterlen (2003) bei max. 5 m mit schnellen Änderungen der Flughöhe, Steck & Brinkmann (2015) geben Höhen von 1,5 m an. Meschede & Heller (2002) wiesen mittels Telemetrie Jagdflüge in 2 bis 4 m über den Baumkronen eines Kiefernwaldes nach. Sierro (2003) beobachtete jagende Mopsfledermäuse über Baumkronen in 8 bis 10 m Höhe über dem Boden.

Hurst et al. (2016c) wiesen im Hinblick auf die Aktivität der Mopsfledermaus in Wäldern eine deutliche Stratifizierung nach: Die Aktivität in Bodennähe war an allen untersuchten Standorten höher als in der Höhe, in 30 m Höhe gab es gelegentlich noch Aufnahmen, in 50 bzw. 60 m Höhe existieren gut wie keine Nachweise mehr. Die Autoren schlussfolgern daraus, dass die Art zwar zum Flug im offenen Luftraum in der Lage zu sein scheint, aber in hohem Maße auf die Orientierung entlang von Vegetationskanten wie Waldrändern und Waldoberkanten angewiesen ist. Die Ergebnisse von Budenz et al. (2017) zur akustischen Aktivität von Mopsfledermäusen an Windmessmasten von 86 m Höhe, unterstützen diese Aussage.

Für die Mopsfledermaus ist, unter der Prämisse das die untere Rotor spitze einen Abstand von mehr als 50 m zur Waldoberkante aufweist, aufgrund der überwiegend strukturgebundenen Flugweise und der damit einhergehenden geringen Flughöhen ein sehr geringes Kollisionsrisiko an WEA anzunehmen (Bernotat & Dierschke 2021)

An hohen Anlagen wird für die Mopsfledermaus, nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art, kein Kollisionsrisiko vermutet. So besteht an diesem Anlagentyp, verglichen mit der BMU-Referenzanlage, auch kein erhöhtes Kollisionsrisiko. Bei hohen Anlagen mit einem großen Abstand zwischen unterer Rotor spitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach dürfte sich das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenz aufgrund der niedrigen Flughöhe eher verringern.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die Mopsfledermaus im Vergleich zur BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht.

Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotor spitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach stellen für die Mopsfledermaus wahrscheinlich die größte Gefahr dar, vor allem wenn der Abstand zwischen Rotor spitze und Kronendach unter 30 m sinkt. Das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage ist dann vor allem im Bereich von Jagdhabitaten und Quartieren erhöht.

KWEA innerhalb von Siedlungen könnten besonders im Bereich von Quartieren eine erhöhte Gefahr für die Mopsfledermaus darstellen. Im Offenland bergen KWEA bei einer strukturnahen Platzierung im Bereich von Transferstrecken und im Bereich von Jagdhabitaten eine erhöhte Gefährdung. Um die obige ökologische Gefährdungseinschätzung anhand der realen Fundverteilung bestätigen zu können, liegen zurzeit zu wenig Schlagopferdaten vor.

In Deutschland ist ein Schlagopfer der Mopsfledermaus aus Niedersachsen bekannt (Dürr 2021a). Europaweit sind insgesamt sechs Schlagopfer der Art dokumentiert, neben dem Fund aus Deutschland wurden vier Kollisionsoffer in Frankreich und eines in Spanien gefunden (Dürr 2021b).

Im Leitfaden von Baden-Württemberg wird die Mopsfledermaus als kollisionsgefährdete Art gelistet. Niedersachsen berücksichtigt sie in Abhängigkeit vom lokalen Vorkommen als kollisionsgefährdete Art und im Saarland wird die Mopsfledermaus als Art mit erhöhter Planungsrelevanz in Wäldern (Quartierverlust) gelistet. Die rheinlandpfälzische Arbeitshilfe Mopsfledermaus von 2018 hebt aufgrund neuer Erkenntnisse, u. a. zur Verbreitung und Höhenaktivität der Art, die im Leitfaden von 2012 festgelegte 5.000-m-Tabuzone um Wochenstuben und Massenwinterquartiere auf. Die Mopsfledermaus wird nicht mehr als besonders kollisionsgefährdet eingeschätzt. Im aktuellen Leitfaden Hessens gilt die Mopsfledermaus, aufgrund neuer Erkenntnisse zur Höhenaktivität, als Art mit geringer Kollisionsgefährdung. Zu Wochenstuben ist ein Mindestabstand von 200 m einzuhalten. In einem früheren Leitfaden aus dem Jahr 2012 war eine Tabuzone von 5.000 m um bekannte Quartiere der Art festgeschrieben. Diese wurde schon im Jahr 2014 im speziell zur Mopsfledermaus herausgegebenen Leitfaden teilweise aufgehoben, insofern Abschaltvorgaben zum Schutz der Mopsfledermaus eingehalten werden.

In Sachsen-Anhalt und Brandenburg sind artübergreifend 1000 m Abstand zu Winterquartieren vorgeschrieben (Tab. 23), in Sachsen-Anhalt auch zu Reproduktionsquartieren. Im Leitfaden Schleswig-Holsteins sind artübergreifend Abstände von 1000 m zu regelmäßig von mehr als 100 Individuen genutzten Winterquartieren, sowie größere Abstände von bis zu 3000 m zu Massenwinterquartieren einzuhalten. Weiterhin gelten in einigen Länderleitfäden artübergreifend festgelegte Abstände zwischen 200 m und 1000 m zu Nahrungshabitaten, bedeutsamen Jagdgebieten und tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren.

Eine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Anlagentypen erfolgt in den Leitfäden zwar nicht, in Hessen wird für die Mopsfledermaus jedoch ein freizuhaltender Luftraum zwischen unterer Rotor spitze und Baumkronen von 50 m festgelegt.

Tab. 23: Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Mopsfledermaus. Stand: September 2021.

Bundesland	Bestimmungen
Brandenburg	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere oder > 10 Arten)
Hessen	Mindestabstand von 1.000 m um Massenwinterquartiere empfohlen Mindestabstand der WEA von 200 m zu bekannten Wochenstubenquartieren
Rheinland-Pfalz	Betrieb von WEA in Wäldern mit Mopsfledermausvorkommen ist durch ein 2-jähriges Gondelmonitoring begleitend zu untersuchen Bei Betroffenheit einer Population mit ungünstigem Erhaltungszustand ist zusätzlich zur Erfassung in Gondelhöhe eine akustische Dauererfassung im Bereich des unteren Rotorradius durchzuführen
Sachsen-Anhalt	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Reproduktions- und Winterquartieren
Schleswig-Holstein	Mindestabstand der WEA von 1.000 m: zu Winterquartieren (> 100 Tiere), tradierten Flugwegen zwischen bedeutenden Wochenstubenquartieren und Jagdhabitaten oder tradierten Flugwegen zu Massenwinterquartieren

5.4 Workshop

Folgend werden die Workshop-Ergebnisse (2020) beruhend auf dem Fragenkatalog zu den verschiedenen Anlagentypen zusammengefasst (siehe Anlage 1).

5.4.1 Große Anlagen > 200 Meter Gesamthöhe / > 140 Meter Nabenhöhe (Offenland/Wald)

Zum Thema Flughöhen kollisionsgefährdeter Fledermausarten in Höhenbereichen von ca. 100 bis 150 m (Nabe bis unterer Rotordurchlauf) bzw. 150 bis 300 m (Rotor oberhalb Nabe und ggf. darüber hinaus) kann man in unterschiedlichem Umfang auf Datenwissen zurückgreifen. Am häufigsten lagen Erkenntnisse zum Abendsegler, der Rauhaufledermaus, der Zwerg- und Mückenfledermaus, dem Kleinabendsegler und der Zweifarbfledermaus in diesen Höhen vor. Wenige Untersuchungen beruhen dabei auf gestuften Höhenerfassungen, Telemetrieergebnisse liegen bisher nur zum Abendsegler vor. Überwiegend stammen die Erkenntnisse aus Gondelmonitorings.

Übereinstimmend nahmen die Expertinnen und Experten eine besondere Betroffenheit der ziehenden Fledermausarten an großen WEA an, während das Risiko für strukturgebunden fliegende Arten (Gattung *Myotis*) mit der zunehmenden Höhe von WEA abnähme. Die Betroffenheit von Arten der Gattung *Pipistrellus* bliebe aufgrund ihres ausgeprägten Erkundungsverhaltens auch an hohen WEA bestehen.

Hinsichtlich der Frage ob sich aus veränderten Risikoexpositionen bestimmter Arten an großen WEA abweichende Empfehlungen im Hinblick auf Abschaltzeiten, Makro- und Mikrositing ergeben sollten, konstatierten die Expertinnen und Experten vor allem fehlende Kenntnisse zum Fledermauszug. Anpassungen beim Makrositing setzten Informationen hinsichtlich existierender Zugkorridore voraus, bisher würde jedoch von einem Breitfrontzug ausgegangen. Insgesamt lägen keine flächendeckenden Erkenntnisse zu „fledermauskritischen“ und „fledermausunkritischen“ Flächen vor bzw. existierten keine pauschal „fledermausunkritischen“ Flächen. Aus Behördensicht wurde angemerkt, dass in der Praxis nur ein sehr begrenzter Spielraum für das Mikro- und Makrositing besteht und die Platzierung von WEA vordergründig durch andere Restriktionen bestimmt wird. Hinsichtlich der Abschaltzeiten wurde angemerkt, dass die nächtliche Anlagenbeleuchtung an großen Anlagen aufgrund der größeren Höhen möglicherweise eine weiterreichende Anziehungswirkung auf Fledermäuse auslösen könnte und somit ausgedehntere Abschaltzeiten angesetzt werden müssten. Außerdem bestünde die Möglichkeit das durch den Bau von WEA der neuen Generation zunehmend windschwache Standorte genutzt würden und dadurch ein höheres Konfliktpotenzial resultiert.

Zur Frage, ob die Kollisionsrate / die Konfliktrichtigkeit von großen WEA innerhalb von Wäldern ähnlich sei wie im Offenland, äußerten sich die Teilnehmende unterschiedlich. Einige schätzten die Kollisionsrate an diesem Anlagentyp an beiden Standorten ähnlich ein, wobei ein ausreichender Abstand der Rotorblätter zu den Baumkronen vorausgesetzt wurde. Andere Expertinnen und Experten kamen zu der Einschätzung, dass die Kollisionsrate an großen WEA im Wald steigt, insbesondere aufgrund des erhöhten Risikos von Erkundungsflügen an den Anlagen. Die anlagebedingte Konfliktrichtigkeit von WEA im Wald wurde übereinstimmend höher als im Offenland eingeschätzt. Als Herausforderungen für aussagekräftige Datensammlungen an großen WEA im Wald wurden zwei Aspekte genannt: ein möglicherweise verändertes Anflugverhalten von Fledermäusen entlang des Mastes in den Rotorbereich und dadurch eine Unterrepräsentation bei Gondelmonitorings und die Schwierigkeit von Schlagopfersuchen im Wald.

Die Frage ob bei diesem Anlagentyp eine bodennahe Erfassung der Fledermausaktivität nötig ist wurde von den Experten überwiegend mit „ja“ beantwortet. Bodennahe Erfassungen wurden insbesondere als wichtig erachtet um Aussagen zu potenziell vorhandenen Quartieren, Jagdhabitaten und Nutzungshotspots treffen zu können. Zur Vorhersage des Kollisionsrisikos wurden bodennahe Erfassungen von den Teilnehmenden jedoch als höchstens eingeschränkt aussagekräftig eingeschätzt. Die Einschätzung beruht auf der Erfahrung, dass die Korrelation zwischen Boden- und Höhendaten mit steigender Anlagenhöhe abnimmt. Ein Experte gab zu bedenken, dass nur bestimmte Arten mit sehr hoher Aktivität durch Bodenuntersuchungen herauszufiltern seien. Stattdessen wurden übereinstimmend Messungen in geeigneten Höhen, z. B. an benachbarten Anlagen oder Windmessmasten, gefordert.

Den größten Handlungsbedarf für einen naturverträglichen Betrieb dieses Anlagentyps sahen die Expertinnen und Experten in weiterer Grundlagenforschung hinsichtlich der Höhenaktivität von Fledermäusen, zu akustischen und optischen Erfassungsmöglichkeiten und der Klärung von Reaktionen/Interaktionen von Fledermausarten mit WEA zur Balz-, Fortpflanzungs- und Migrationszeit. Weiterhin wurde eine Stellungnahme bzw. Klärung im Hinblick auf die Übertragbarkeit des ProBat-Algorithmus auf WEA der neuen Generation als wichtig erachtet.

5.4.2 Niedrige Anlagen mit einem Abstand < 50 Meter zwischen Rotorspitze und Vegetation

Die Expertinnen und Experten kamen übereinstimmend zu der Einschätzung, dass WEA mit einem Abstand von weniger als 50 m zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche ein höheres Gefährdungsrisiko für lokale Fledermauspopulationen darstellen als höhere Anlagen. Mehrere Teilnehmende machten deutlich, dass sie das Gefährdungsrisiko an diesem Anlagentyp für besonders kritisch halten, insbesondere wenn sowohl ein geringer unterer Rotordurchlauf als auch ein großer Rotor zusammenkommen. Anlagen mit diesen Parametern erhöhten die Anzahl der betroffenen Arten um die strukturgebundenen Arten und es sei mit höheren Aktivitäten als auf Gondelhöhe zu rechnen. Ein Teilnehmer konnte von einer Schlagopfersuche berichten, bei der WEA mit unterschiedlichen Abständen der Rotorblätter zum Boden untersucht wurden. Dabei wurden deutlich erhöhte Schlagopferzahlen unter Anlagen mit einem geringen Abstand der Rotorblätter zum Boden verzeichnet. Zwei Teilnehmer gelangten zu der Einschätzung, dass das Risiko für fernwandernde Arten an diesem Anlagentyp wahrscheinlich nicht erhöht ist. Es wurde weiterhin angemerkt, dass ProBat bei WEA mit tiefem unteren Rotordurchlauf (unter 30 m) nicht mehr anwendbar ist, da im bodennahen Bereich deutlich höhere Aktivitäten zu erwarten seien.

Unter den Teilnehmenden wurde die Einschätzung getroffen, dass sich das Kollisionsrisiko an WEA mit tief absinkenden Rotoren im Zusammenhang mit assoziierten Landschaftselementen erhöht. Gleichwohl wurde konstatiert, dass Fledermäuse auch in wenig oder nicht strukturierten Landschaften aktiv sind und ein allgemeines Kollisionsrisiko an Anlagen dieser Konfiguration besteht.

Hinsichtlich der Frage, ob die Errichtung solcher Anlagen an Offenland- und Waldstandorten ähnlich konfliktträchtig ist, kamen die Teilnehmer übereinstimmend zu der Einschätzung, dass die Errichtung an Waldstandorten konfliktträchtiger sei. Eine besondere Gefährdung bestünde für strukturgebundene Arten, z. B. die Mopsfledermaus. Betroffenheiten seien aber auch im Offenland an strukturnahen WEA mit tief reichenden Rotoren möglich. Angemerkt wurde, dass durch die Anlage von Montage- und Stellplätzen bei der Errichtung von WEA für Fledermäuse attraktive, lichtsartige Strukturen geschaffen würden die sich als Jagdgebiet eigneten und das Konfliktpotenzial verschärfen könnten.

Hinsichtlich der aktuellen und zukünftigen Relevanz von Anlagen dieses Typs von WEA waren sich die Experten unschlüssig. Einige Teilnehmer konnten aus ihren Regionen von jetzt schon existierenden Anlagen in größerer Anzahl berichten, andere prognostizierten aus Gründen der Wirtschaftlichkeit nur einen begrenzten Zubau von WEA dieses Typs an wenigen Standorten.

Den größten Handlungsbedarf für einen naturverträglichen Betrieb dieses Anlagentyps sahen die Experten in der Schaffung belastbarer Ergebnisse im Hinblick auf das bestehende Konfliktpotenzial. Dabei wurden Aktivitätsmessungen im Bereich der unteren Rotorspitze, Schlagopfersuchen und die Entwicklung angepasster Abschaltalgorithmen genannt. Als wichtig wurde die bundeseinheitliche Umsetzung der Ergebnisse in Verwaltungsvorschriften und Leitfäden erachtet. Ein Teilnehmer schätzte die bereits existierenden Werkzeuge wie das Gondelmonitoring und die Ermittlung von Abschaltzeiten durch ProBat als ausreichend ein. Ein anderer Teilnehmer äußerte den Appell, Anlagen dieses Typs aufgrund des hohen Konfliktpotenzials möglichst nicht zu bauen.

5.4.3 Große Rotordurchmesser > 90 Meter

Zur Fledermausaktivität im erweiterten Rotorbereich lagen den Expertinnen und Experten nur wenige Erkenntnisse vor. Es wurde auf optische 3D-Messungen in RENE BAT II (Behr et al. 2015) verwiesen, die zeigten, dass die Aktivität von der Gondel zum freien Luftraum hin abnahm. In der Brandenburger Schlagopfer-Kartei sind an Anlagen mit großen Rotordurchmessern vor allem Abendsegler, aber auch Rauhaut- und Mückenfledermäuse unter den Schlagopfern. Im Bereich der unteren Rotorspitze erwarteten die Experten aufgrund der Nähe zur Vegetation eine höhere Aktivität und somit ein erhöhtes Konfliktpotenzial. Insgesamt wurde konstatiert, dass aufgrund der unzureichenden Erfassungsreichweite bei Gondelmonitorings große Kenntnislücken, insbesondere in den „Außenbereichen“ des Rotors, hinsichtlich der Fledermausaktivität bestehen. Weiterhin lägen zu wenige Erkenntnisse zum Thema Barotrauma vor.

Nahezu alle Experten gelangten zu der Einschätzung, dass ein zweites Mikrofon an der unteren Rotorspitze oder am Turm zusätzliche Erkenntnisse zur Fledermausaktivität in den „Außenbereichen“ des Rotors bringt. Für den Umgang mit diesen Daten müssten einheitliche Ansätze zur Auswertung geschaffen werden und optimalerweise eine Integration in ProBat 7 erfolgen. Von einigen Teilnehmern wurde angemerkt, dass die gemessene Fledermausaktivität an Anlagen mit kleineren Rotoren auch nur ein indirektes Maß für die Konfliktrichtigkeit gewesen sei. Eine Erfassung des gesamten Rotorbereichs sei nicht möglich, eine ausreichend gute Stichprobe jedoch hinreichend, um Abschaltalgorithmen zu erstellen. Die Weiterentwicklung von technischen Systemen zur Identifikation von Individuen und der sofortigen Abschaltung von WEA und der Einsatz von Wärmebild- und Infrarotkameras für Verhaltensbeobachtungen im Rotorraum wurden begrüßt.

Ob die Steuerung von Abschaltalgorithmen über Gondelmonitoring und ProBat bei großen Rotorradien unverändert anwendbar ist, wurde von den Experten kontrovers diskutiert. Einzelne Teilnehmer schlugen zunächst weiterführende Untersuchungen vor, um Gondelmonitorings und ProBat an WEA mit großen Rotoren zu validieren. Überwiegend sahen die Experten Bedarf für technische Verbesserungen bei der Erfassung an WEA und der nachfolgenden Auswertung durch ProBat. Begründet wurde dies durch die zunehmende Invalidität von Vorhersagen/Abschaltalgorithmen bei wachsenden Rotorgrößen aber auch im Hinblick auf den Ort der Messung der Windgeschwindigkeit (Messung auf Gondelhöhe vs. Messung an unterer Rotorspitze). Mehrere Teilnehmer hielten die bestehende Steuerung von Abschaltalgorithmen über Gondelmonitorings und ProBat für ausreichend, auch vor dem

Hintergrund, dass es kein vergleichbares System gibt. Zudem wurde für den Rotordurchmesser in ProBat ein Korrekturfaktor integriert. Aufgrund der zugrunde liegenden Modelle von RENEBAT I bis III sind die Daten eines zweiten Mikrofons am Turm nicht ohne weiteres zu implementieren. Selbst die Auswertung der Daten für die Interpretation des Gefährdungsrisikos dürfte eine Herausforderung werden, was jedoch nicht gegen eine entsprechende Untersuchungsreihe spricht. Eine weitere Untersuchung zur möglicherweise erhöhten Anzahl barotraumatisierter Tiere an WEA mit großen Rotordurchmessern wurde ebenso gefordert.

Den Expertinnen und Experten lagen keine Informationen zu Detektionssystemen vor, die Fledermäuse zuverlässig im Flug lokalisieren und eine rechtzeitige Abschaltung der WEA steuern können. Die limitierte Reichweite von Mikrofonen bei akustischen Erfassungen und die Kosten für Kamera- und Radarsysteme sowie deren Zuverlässigkeit bei der Erkennung von Fledermäusen, lassen, nach Meinung der Teilnehmenden, den Einsatz solcher Systeme in der näheren Zukunft als unwahrscheinlich erscheinen.

Im Hinblick auf einen naturverträglichen Betrieb von WEA mit großen Rotordurchmessern vertraten die Expertinnen und Experten überwiegend die Meinung, dass alle an diesem Anlagentyp auftretenden Risiken auf Artniveau erfasst und berücksichtigt werden sollten. Für die Auswertung eines zusätzlichen Turmmikros sollte ein einheitlicher Auswertungsansatz angewendet werden. Ein Teilnehmer sah keinen Handlungsbedarf abseits der bisherigen Erfassung durch Gondelmonitoring und Berechnung des Abschaltalgorithmus durch ProBat.

5.4.4 Kleinwindenergieanlagen in der Stadt < 50 Meter Höhe

Die Expertinnen und Experten hatten bisher wenige Erfahrungen mit der Kollisionsgefährdung von Fledermäusen an KWEA. Kritische Äußerungen gab es im Hinblick auf KWEA in der Nähe von Hofanlagen und anderen Gebäuden mit Quartierpotenzial. In diesem Zusammenhang wurden z. B. auch beleuchtete Industriegebiete als kritische Standorte genannt, weil eine Gefährdung von opportunisten an Lichtquellen jagenden Fledermäusen möglich sei. Es wurde allgemein von einer Beeinträchtigung sowohl gebäudebewohnender Arten als auch von Arten in ihren Jagdgebieten ausgegangen.

Zum Meidungsverhalten von Fledermäusen an KWEA lagen ebenso keine eigenen Daten oder Erfahrungen vor und es wurde auf vorhandene Literatur verwiesen. Von einzelnen Teilnehmenden wurden Überlegungen hinsichtlich der Wahrnehmbarkeit von KWEA durch Fledermäuse geäußert. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Bauformen wurde weiterhin die Einschätzung abgegeben, dass die allgemeine Abschätzung des Tötungsrisikos an KWEA in der Stadt schwierig sei.

Als praktikable Vermeidungsmaßnahme an KWEA wurde von den Expertinnen und Experten die Einhausung der Rotorblätter durch Gitterkäfige genannt. Diese sei jedoch nur bei Kleinstanlagen unter 10 m Höhe umsetzbar. Weiterhin wurde die Einschätzung geäußert, dass an KWEA überwiegend rudimentäre Steuerungsmodule zur Umsetzung von Abschaltalgorithmen zur Verfügung stünden und Abschaltungen daher wahrscheinlich pauschal angesetzt werden müssten. Der obligatorische Einsatz von Vergrämnungsmaßnahmen wurde kritisch gesehen, da er gerade in Quartiernähe auch zur Anlockung von Fledermäusen führen könnte. Als praktikable Vermeidungsmaßnahme wurde auch der bevorzugte Bau von speziellen Bautypen, z. B. KWEA ohne Außenrotation, angeführt.

Der Standort von KWEA innerhalb oder außerhalb von Siedlungsräumen wirkt sich nach Einschätzung der Expertinnen und Experten vor allem auf das betroffene Artenspektrum aus.

Für einen naturverträglichen Ausbau dieses Anlagentyps hielt ein Teil der Expertinnen und Experten sowohl allgemeine Untersuchungen zu Auswirkungen/Reaktionen verschiedener

Fledermausarten auf diesen Anlagentyp als auch standortbezogene Voruntersuchungen für nötig. Ein anderer Teilnehmer sah keinen Handlungsbedarf, da KWEA zurzeit nur einen untergeordneten Stellenwert im erneuerbaren Energiesektor einnehmen.

5.4.5 Genehmigungspraxis bezüglich Windenergieanlagen (WEA)

Nach Ansicht der Expertinnen und Experten wird in den aktuellen Windkraftleitfäden der Bundesländer vor allem dem Risikofaktor der Kollision Rechnung getragen. Kritisiert wurde von vielen Teilnehmern, dass der Schwellenwert zur tolerierten Anzahl von Schlagopfern zu hoch wäre, wenn er überhaupt genannt werde. Die Nennung eines Schwellenwerts in jedem Windkraftleitfaden ist nach Ansicht der Expertinnen und Experten zwingend. Als sehr effektive Maßnahme wurde allgemein die Definition von Abschaltzeiten angesehen. Kritisiert wurde, dass die anzuwendenden Abschaltzeiten nicht in jedem Leitfaden klar definiert seien und oftmals keine Kontrolle der Abschaltzeiten stattfinde. Hier wurden konsequente und standardisierte Kontrollen sowie Ordnungswidrigkeitsverfahren bei Nichteinhaltung der Abschaltung gefordert. Einzelnen Anwesenden war wichtig, das Instrument der Schlagopfersuche stärker in den Leitfäden zu verankern. Die Risikofaktoren Lebensraumverlust und Störung werden, nach Meinung der Expertinnen und Experten, in vielen Leitfäden nur unzureichend berücksichtigt. Das Fehlen von definierten Bewertungskriterien und -schwellen für diese Risikofaktoren sei dabei zentral und müsse behoben werden. Aus Behördensicht wurde dazu angemerkt, dass ein „Lebensraumverlust“ nach § 44 Abs. 1 BNatSchG nicht zu prüfen sei, sondern lediglich der Verlust von Fortpflanzungs- und Ruhestätten. Der Risikofaktor Quartierverlust wird in den Leitfäden einiger Bundesländer kaum oder unspezifisch thematisiert, merkten die Teilnehmer kritisch an. Dies sei vor allem der Fall, wenn der Windenergieausbau in den Bundesländern bisher noch weniger im Wald stattfinde. Nach Ansicht mehrerer Teilnehmenden ist eine vertiefte Untersuchung und Berücksichtigung von Quartieren nötig, die auch Quartierkomplexe und -zentren einbezieht. Allgemein wurden Nachbesserungen im Hinblick auf unterschiedliche WEA-Typen in den Leitfäden der Bundesländer gefordert. Auch die Entwicklung und Vorgabe von Kriterien zur Risikobewertung für Fledermäuse wurde durch Expertinnen und Experten gefordert. Weiterhin sei die Liste der kollisionsgefährdeten Arten um die Mückenfledermaus und die sich weiter ausbreitende Weißrand- und Alpenfledermaus zu ergänzen.

Ein Großteil der aktuellen Windkraftleitfäden der Bundesländer entspricht nach Ansicht der Experten nicht dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik oder sie bedürfen in einzelnen Punkten der Nachbesserung. Nach Einschätzung der Teilnehmenden sollte insbesondere die Problematik von WEA mit großen und tiefen Rotoren in die Leitfäden aufgenommen werden. Dafür seien Erkenntnisse zur optimierten Erfassung und Betroffenheit von Fledermäusen an diesen Anlagen nötig, z. B. wurden hier Forschungsvorhaben zu einem zweiten Mikrofon im Bereich der unteren Rotorspitze genannt. Die Ergebnisse aus den Forschungsvorhaben sind aus Expertensicht in ProBat zu implementieren. Von mehreren Seiten wurde auch die verstärkte Berücksichtigung von Niederschlag bzw. Witterungsverhältnissen in den Leitfäden gefordert. Allgemein wurden die heterogenen Vorgaben in den Leitfäden der Bundesländer kritisiert und bundesweite Mindeststandards für wichtig erachtet. Um den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik in den Leitfäden berücksichtigen zu können, wurde ein Ablaufdatum für Leitfäden vorgeschlagen. Mehreren Expertinnen und Experten war es wichtig zu betonen, dass als Grundlage für die Leitfadeninhalte wissenschaftliche Erkenntnisse dienen sollten, unbenommen von aktuellen politischen Debatten.

Hinsichtlich der Wertigkeit von Artenschutzmaßnahmen vor Gericht war die übereinstimmende Meinung der Experten, dass die Gerichte die starke Tendenz haben den Länderleitfäden zu folgen. Wichtig sei demnach in welcher Klarheit geeignete Maßnahmen in den

Leitfäden benannt würden. Insgesamt hätten sicherlich Maßnahmen zur Vermeidung des Tötungsverbots (Abschaltalgorithmen) vor Gericht die höchste Wertigkeit. Der Einfluss finanzieller Aspekte bei der Maßnahmenhierarchie wurde von einem Teilnehmer momentan als unerheblich eingeschätzt. Dieses könnte sich jedoch bei steigenden Kosten für Gondelmonitorings und Ertragsverlusten verändern. Insgesamt würden von Gerichten „Mathematische Argumente“ seltener angezweifelt als qualitative Argumentationen auf Basis von Erkenntnissen/Untersuchungen/Ökologie. Kritisiert wurde weiterhin das Fehlen von Fachstandards an denen sich die Gerichte orientieren könnten.

Die Expertinnen und Experten sind sich einig, dass die Abschaltung von WEA als Maßnahme wirksam ist und Schlagopfer reduziert. Hinsichtlich der Kriterien für eine Abschaltung, v. a. der Windgeschwindigkeit, werden aus einigen Bundesländern Verbesserungen gefordert. Weiterhin wurde von einem Teilnehmer angemerkt das große Windparks auf Populationsebene Schäden anrichten und dies im Hinblick auf den Artenschutz problematisch ist. Übereinstimmend wurde die häufig fehlende Überprüfung der Maßnahmenumsetzung kritisiert. Diese sei durch mangelnde Zeit und fehlendes Fachwissen begründet. Aus Sicht der Expertinnen und Experten wäre hier eine Aufstockung der Kapazitäten und die Durchführung qualifizierender Fortbildungen nötig. Weiterhin wurde kritisiert, dass umgesetzte Maßnahmen häufig nicht im räumlichen Zusammenhang mit den betroffenen Arten bzw. deren Quartiere umgesetzt würden und diese so durch die Maßnahmen nicht profitieren könnten.

Die nachträgliche Beauftragung von Maßnahmen wegen nicht erkannter oder sich erst später entwickelnder Konflikte wurde von den Expertinnen und Experten allgemein als sehr schwierig eingeschätzt. Ihrer Erfahrung nach würden erteilte Genehmigungen aus artenschutzrechtlichen Gründen so gut wie nie nachträglich angepasst. Anders wäre die Situation, wenn ein bestehender Konflikt während des Verfahrens nicht erkannt wurde oder ein Vorbehalt in dieser Hinsicht im Genehmigungsbescheid bereits enthalten ist. Bei einer bestandskräftigen Genehmigung läge die Beweislast für einen sich im Nachgang entwickelten Konflikt bei der Behörde und müsste das gleiche Niveau der Sachverhaltsermittlung haben wie die ursprüngliche Untersuchung. Zum Erfolg von Klagen der Naturschutzverbände lagen in den Bundesländern unterschiedliche Erfahrungen vor. Ein Teilnehmer berichtete von einem Fall, in dem sich ein Betreiber freiwillig auf Einschränkungen eingelassen habe, als durch ein Monitoring strengere Abschaltzeiten als zunächst beauftragt, nötig erschienen. Ein Teilnehmer merkte an, dass in Rheinland-Pfalz die Regelung der Nicht-Berücksichtigung von sich nachträglich ansiedelnden Arten diskutiert wird.

Nach Meinung einer Teilnehmerin ist die in Nordrhein-Westfalen praktizierte „worst-case“ Abschaltung eine äußerst effektive und effiziente Maßnahme. Da es durch Gondelmonitorings zu keiner Reduzierung der „worst-case“ Abschaltzeiten kommt, kann auf Gondelmonitorings verzichtet werden. Weiterhin erwirkten bodengebundene Erfassungen in anderen Bundesländern selten dem „worst-case“ Ansatz gleichwertige Abschaltungen. Ein anderer Teilnehmer forderte die Festlegung von bundeseinheitlichen Erfassungsstandards für die unterschiedlichen Anlagentypen durch Expertinnen und Experten.

Die Teilnehmenden kommen übereinstimmend zu dem Schluss, dass keine wirksamen Vergrämnungsmaßnahmen für Fledermäuse an WEA existieren. Eine Vergrämnung in großen Dimensionen sei weiterhin möglicherweise nicht mit dem Störungsverbot nach § 44 Abs. 1, Nr. 3 BNatSchG zu vereinbaren.

5.5 Naturschutzfachliche Bewertung der vier zu untersuchenden Windenergieanlagentypen

Nachfolgend wird eine zusammenfassende naturschutzfachliche Bewertung der im Rahmen des Vorhabens behandelten WEA-Typen gegeben, die auf den voranstehenden Kapiteln aufbaut und auch den Vergleich zur Referenzanlage einschließt. Auf die zugrundeliegenden bereits behandelten Quellen wird hier nicht nochmals detailliert eingegangen.

In der Praxis treten die WEA-Typen seltener in Reinform auf. Meist werden Anlagenkonfigurationen gewählt, die zwei Typmerkmale kombinieren, beispielsweise also sehr hohe Anlagen mit großen Rotoren oder eine geringe Nabenhöhe mit großem Rotor und zwangsläufig geringem unterem Rotordurchlauf. Auch KWEA erfüllen gleichzeitig das Kriterium eines geringen unteren Rotordurchlaufes.

5.5.1 Große Anlagen > 200 Meter Gesamthöhe / > 140 Meter Nabenhöhe (Offenland/Wald)

Fledermäuse fliegen in der Dämmerung und nachts und können WEA mittels Echoortung wahrnehmen. Sie scheinen jedoch Schwierigkeiten zu haben, die sich bewegenden Rotorblätter und deren Geschwindigkeit einzuschätzen (Bach & Rahmel 2004). Ziehende und dabei oft in größeren Höhen fliegende Fledermäuse orten seltener, ebenso wie auch auf regelmäßig genutzten Transferwegen fliegende Fledermäuse. Auch nutzen sie gern Rückenwind, um große Entfernungen zurückzulegen und bewegen sich dann sehr schnell fort. Befeuerung der WEA, Wärmeemissionen (Gondel) und auch die prominenten technischen Objekte selbst (Turm, Gondel) können zusätzlich Attraktionswirkungen ausüben.

Hinsichtlich der Kollisionsgefährdung sind an hohen WEA generell und besonders abseits von Leitstrukturen im Offenland v. a. strukturungebunden fliegende, im offenen Luftraum jagende sowie ziehende Fledermausarten betroffen.

Abendsegler, Kleinabendsegler und Zweifarbfledermaus besitzen dabei ein generell erhöhtes Kollisionsrisiko gegenüber WEA verschiedener Typen und an unterschiedlichsten Standorten. Alle Arten nutzen ohne Strukturbindung den freien Luftraum variabel über eine große Höhenamplitude und weisen Zugverhalten über weite Entfernungen auf. Besonders große Flughöhen sind für den Abendsegler nachgewiesen und aus Expertensicht werden noch höhere vermutet. Bei Kleinabendsegler und Zweifarbfledermaus kommen Flughöhen um 100 m nachweislich relativ regelmäßig vor, hier fehlen jedoch noch valide Forschungsdaten zu einer Quantifizierung analog zum Abendsegler sowie Informationen dazu, ob dies den maximal genutzten Höhenbereich beschreibt. Im Fall der Zweifarbfledermaus besteht außerdem das Risiko, dass von WEA eine Attraktionswirkung ausgeht und WEA wie auch andere hohe bauliche Objekte während der Balz gezielt angefliegen werden.

Auch an hohen WEA besteht demzufolge für die drei Arten ein hohes Kollisionsrisiko. Hinsichtlich der Einschätzung, ob an diesem Anlagentyp ein zur BMU-Referenzanlage nochmals erhöhtes Kollisionsrisiko vorliegt, besteht eine Prognoseunsicherheit, da zur Aktivitätsverteilung der Arten in verschiedenen Höhen bisher keine ausreichenden Informationen vorliegen. Es handelt sich aber um die Arten, für die eine Erhöhung des Kollisionsrisikos an hohen WEA am wahrscheinlichsten ist und, im Unterschied zu vorrangig bodennah fliegenden Fledermausarten, mit zunehmender Höhe keine Verringerung des Kollisionsrisikos eintritt. Gezielte Untersuchungen zur Verteilung der Höhenaktivität in verschiedenen Höhenklassen sind wünschenswert. Auch wäre der Frage nachzugehen, ob in großen Höhen ziehende Fledermäuse überhaupt regelmäßig orten (also akustisch nachweisbar sind) oder sich anders orientieren (bspw. mittels Magnetsinn oder an Landmarken).

Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen steigt das Kollisionsrisiko generell mit Zunahme des überstrichenen Luftraums. Dieser Anlagentyp birgt für Abendsegler, Kleinabendsegler, Rauhaufledermaus und Zweifarbfledermaus während der Zugzeit, in der von Experten die höchsten Flughöhen angenommen werden, das größte Risiko.

Für weitere im offenen Luftraum fliegende Arten stellt sich die Situation differenzierter dar:

Für die im freien Luftraum fliegende **Nordfledermaus** besteht generell ein erhöhtes Kollisionsrisiko. An hohen Anlagen besteht nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art ebenfalls ein Kollisionsrisiko, welches aufgrund der überwiegend niedrigen bis mittleren Flughöhen (meist bis 50 m, selten Nachweise bis 100 m) im Vergleich zur BMU-Referenzanlage jedoch nicht erhöht ist. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell durch die Zunahme des überstrichenen Luftraums. Die Nordfledermaus ist aufgrund ihrer Bindung an Gebirge und Gebirgsvorländer in Deutschland nicht flächendeckend verbreitet und aufgrund der bisherigen Fokussierung des Windkraftausbaus auf Tief- und Hügelland noch wenig betroffen. Werden Planungen künftig in solche Regionen ausgedehnt, ist eine erhöhte Betroffenheit der Nordfledermaus zu erwarten.

Für die **Breitflügelfledermaus** besteht aufgrund von Flügen im freien Luftraum ein generell erhöhtes Kollisionsrisiko. An hohen Anlagen kann für die Breitflügelfledermaus nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art ein Kollisionsrisiko nicht ausgeschlossen werden, welches aufgrund der überwiegend niedrigen bis mittleren Flughöhe (meist bis 40 m, selten Nachweise bis 100 m) im Vergleich zur BMU-Referenzanlage jedoch nicht erhöht ist. Bei hohen Anlagen mit einem großen Abstand zwischen unterer Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach dürfte sich das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenz eher verringern. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell durch die Zunahme des überstrichenen Luftraums.

Die **Rauhaufledermaus** besitzt ein generell erhöhtes Kollisionsrisiko an WEA, da sie den freien Luftraum nutzt und ein Zugverhalten über weite Distanzen aufweist. Auch an hohen Anlagen besteht nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art ein Kollisionsrisiko. Hinsichtlich der Einschätzung, ob an diesem Anlagentyp ein zur BMU-Referenzanlage erhöhtes Kollisionsrisiko vorliegt, besteht eine Prognoseunsicherheit, da zur Aktivitätsverteilung der Art in verschiedenen Höhen keine ausreichenden Informationen vorliegen. Die Flughöhen betragen meist bis 50 m, es wurden aber vor allem zur Zugzeit auch mit bis zu 10 % Anteil Flüge in Höhen um 90 m nachgewiesen. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell mit Zunahme des überstrichenen Luftraums. Dieser Anlagentyp birgt für die Rauhaufledermaus während der Zugzeit, in der von Experten die höchsten Flughöhen angenommen werden, das größte Risiko.

Für die **Zwerg- und Mückenfledermaus** ist ein Kollisionsrisiko an hohen Anlagen nicht auszuschließen, wird jedoch im Vergleich zur BMU-Referenz nicht als erhöht eingeschätzt. Die Arten fliegen überwiegend in deutlich niedrigeren Höhen. Durch das artspezifische Erkundungsverhalten und während des Zuges werden jedoch auch größere Höhen beflogen. Beim Einsatz großer Rotoren an hohen Anlagen erhöht sich das Kollisionsrisiko generell durch die Zunahme des überstrichenen Luftraums. Dieser Anlagentyp birgt für beide Arten in Quartiernähe und möglicherweise während der Zugzeit das größte Risiko.

Für die weiteren betrachteten, sämtlich strukturgebunden fliegenden, **Arten Teich-, Brandt-, Bart- und Mopsfledermaus** wird nach derzeitigem Wissenstand zu Flughöhen der Art kein Kollisionsrisiko an hohen WEA angenommen. So besteht an diesem Anlagentyp, verglichen mit der BMU-Referenzanlage, auch kein erhöhtes Kollisionsrisiko. Je höher der Abstand zwischen unterer Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach dabei konfigurations-

spezifisch ausfällt, umso stärker dürfte sich das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenz verringern.

Bei Ergebnissen von Nagy et al. (2018) zeigen zunehmende Nabenhöhe und die Rotorhöhe einen signifikant negativen Effekt auf das Schlagrisiko von Fledermäusen an WEA. Die Autoren merken jedoch an, dass Aussagen zum Einfluss des Rotordurchmessers auf die Schlagrate von Fledermäusen an WEA mit ihrem verwendeten Datensatz mit großer Unsicherheit behaftet sind.

5.5.2 Niedrige Anlagen mit einem Abstand < 50 Meter zwischen Rotorspitze und Vegetation

Wissenschaftliche Erkenntnisse zu Aktivitätsräumen von Fledermäusen legen nahe, dass kleiner werdende Abstände zwischen Rotorspitze und Erdoberfläche verstärkt den Hauptaktivitätsraum für Jagd- und Transferflüge vieler Fledermausarten überschneiden, wodurch deren Kollisionsrisiko möglicherweise deutlich erhöht ist. Während die Anlagen in den letzten Jahren immer höher wurden, somit der freie Luftraum unterhalb der Rotoren zunahm, scheinen manche Konflikte gelöst zu sein, da strukturgebundene, niedrig fliegende Arten selbst an strukturnahen Anlagen oder an WEA im Wald bzgl. Kollisionen nicht (mehr) gefährdet waren. Dies könnte nun wieder an Relevanz gewinnen, da WEA mit geringer Gesamthöhe und tief reichenden Rotoren eingesetzt werden, um Schwachwindstandorte und Standorte mit begrenzt vorgeschriebener Gesamthöhe mit möglichst großer Rotorfläche zu erschließen. Auch für im offenen Luftraum jagende und ziehende Arten dürfte sich die Gefährdung erhöhen: zum einen verringert sich die Ausdehnung des gefahrenfreien vegetationsnahen Raumes unter dem Rotor, zum anderen sind die aktuell geplanten Rotordurchmesser wesentlich größer als bei früheren Anlagentypen mit ähnlich geringem Rotordurchgang, sodass die Rotoren über ein breiteres Höhenspektrum eine Kollisionsgefahr darstellen.

Eine erhöhte Betroffenheit entsteht für alle Arten, die entlang von Strukturen und über Wäldern jagen bzw. insbesondere für strukturgebundene, vegetationsnah fliegende Arten. Allerdings jagen auch strukturungebundene Arten vor allem in den Höhenbereichen unter 100 m, die von tief reichenden Rotoren moderner Dimensionen fast gänzlich durchstrichen werden.

Für strukturungebundene im offenen Luftraum fliegende Arten stellt sich die Situation an Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach wie folgt dar:

Für **Abendsegler**, **Kleinabendsegler** und **Zweifarbfladermaus** ist das Kollisionsrisiko im Vergleich zum bereits hohen Risiko an der BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb der Jagdgebiete erhöht. Eine erhöhte Gefährdung besteht an diesem Anlagentyp daher besonders für Individuen lokaler Populationen bei Jagd und Transfer. Aber auch für ziehende Individuen besteht ein Kollisionsrisiko, sobald sie bodennahe Strukturen zur Nahrungsaufnahme oder Balz aufsuchen. Insgesamt entfällt vermutlich auch bei diesen hochfliegenden Arten der Hauptteil der Aktivität auf den Höhenbereich bis ca. 100 m und etwas darüber hinaus, der von tiefreichenden Rotoren moderner Dimensionen durchstrichen wird.

Im Fall der **Zweifarbfladermaus** besteht außerdem das Risiko, dass während der Zug- und Balzzeit von WEA eine Attraktionswirkung ausgeht und Anlagen gezielt angefliegen werden.

Für die **Nordfladermaus** ist das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb der Jagdgebiete und im Bereich von Transferstrecken erhöht.

Für die **Breitflügelfledermaus** stellt dieser Anlagentyp wahrscheinlich die größte Gefahr dar, da sich der von den Rotoren überstrichene Luftraum mit dem Flugraum der Art weitgehend deckt. Das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage ist vor allem innerhalb der Jagdgebiete und im Bereich von Transferstrecken erhöht.

Für die **Rauhautfledermaus** ist das Kollisionsrisiko im Vergleich zum bereits hohen Kollisionsrisiko an der BMU-Referenzanlage vor allem innerhalb der Jagdgebiete erhöht. Eine erhöhte Gefährdung besteht an diesem Anlagentyp daher besonders für Individuen lokaler Populationen. Aber auch für ziehende Individuen besteht ein hohes Kollisionsrisiko. Insgesamt überschneidet sich der Flughöhenbereich der Rauhautfledermaus stark mit dem von den Rotoren dieses Anlagentyps durchstrichenen Höhenbereich. In Nordwestdeutschland ist der Anteil solcher WEA besonders hoch. Nach Bach et al. (2020) ist der Zusammenhang von Schlagopferate und Abstand der unteren Rotorspitze zum Boden für die Rauhautfledermaus dort signifikant, wobei es weitere, statistisch noch nicht identifizierte, Faktoren gibt, die die Schlagrate beeinflussen. Vermutlich handelt es sich vor allem um ziehende Tiere die verunglücken.

Für die **Mücken- und Zwergfledermaus** besteht ein generell erhöhtes Kollisionsrisiko aufgrund von Flügen im freien Luftraum vor allem zur Schwärmzeit im Spätsommer und Herbst. Im Vergleich zur BMU-Referenzanlage ist das Kollisionsrisiko an WEA mit geringem unteren Rotordurchgang für die überwiegend niedrig fliegenden Arten vor allem innerhalb von Jagdgebieten und im Bereich von Transferstrecken erhöht. Eine erhöhte Gefährdung besteht an diesem Anlagentyp daher besonders für Individuen lokaler Populationen, jedoch auch im Hinblick auf herbstliches Erkundungsverhalten an WEA.

Für die hier betrachteten strukturgebundenen Arten **Teich-, Brandt-, Bart- und Mopsfledermaus** stellen Anlagen mit geringen Abständen zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach wahrscheinlich die größte Gefahr dar, vor allem wenn der Abstand zwischen Rotorspitze und Bodenoberfläche bzw. Kronendach unter 30 m sinkt. Das Kollisionsrisiko im Vergleich zur BMU-Referenzanlage ist vor allem im Bereich von Jagdhabitaten erhöht, für die Mopsfledermaus kommen noch der Aspekt Quartiernähe und für die Teichfledermaus eine erhöhte Gefährdung während des Zuges hinzu.

Waldgebundene Arten wie z. B. das **Braune Langohr**, die **Bechsteinfledermaus** sowie die **Mopsfledermaus** treten nur in Einzelfällen als Schlagopfer unter WEA auf (Dürr 2019). Wichtig an Waldstandorten ist vor allem, dass ein Mindestabstand der unteren Rotorspitze vom Kronendach der Bäume von 50 m besteht, denn damit sei gewährleistet, dass Arten, die eigentlich im Wald fliegen, sich aber auch über die Baumkronen hinausbegeben, nicht zusätzlich schlaggefährdet sind (Hurst et al. 2016b, FA Wind 2019). Bei aktuell konfigurierten Rotordurchmessern ist dies nur mit Nabenhöhen oberhalb von 120 m zu erreichen, womit es sich dann nicht mehr um die hier betrachteten „niedrigen“ Anlagen handelt.

5.5.3 Große Rotordurchmesser > 90 Meter

Mit zunehmendem Rotordurchmesser steigt die überstrichene Rotorfläche an und somit statistisch auch das Risiko der Kollision von Fledermäusen mit den Rotoren. Mit der vergrößerten Rotorfläche erhöht sich zum einen die Wahrscheinlichkeit, dass im freien Luftraum fliegende und ziehende Arten auch bei unveränderter Nabenhöhe mit den Rotoren kollidieren können. Durch die sich ausdehnende Dimensionierung können die Rotoren dabei auch bodennähere Bereiche durchstreichen, insbesondere wenn niedrigere Nabenhöhen gewählt werden, so dass gleichzeitig auch niedrig fliegende strukturgebundene Arten betroffen sein können. Hier geht die Risikolage fließend in die des zuvor betrachteten Anlagentyps (WEA mit tief reichenden Rotoren) über.

An Anlagen mit großen Rotorradien ist das Kollisionsrisiko für die in einem breiten Höhen-spektrum agierenden Arten **Abendsegler, Kleinabendsegler, Zweifarbfledermaus** im Vergleich zum bereits hohen Kollisionsrisiko an der BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums generell und unabhängig von der Nabenhöhe erhöht. Für diese Arten kann die grundsätzliche Risikoeinstufung anhand der Nabenhöhe (Kap. 5.5.1) und des unteren Rotordurchlaufs (Kap. 5.5.2) erfolgen, da hier die unteren und oberen Höhen-Aktivitätsbereiche bereits in die Bewertung einfließen. Da infolge der vergrößerten Rotorfläche die Kollisionswahrscheinlichkeit steigt, stellt ein großer Rotor durch Vergrößerung der Rotorfläche einen Risikoaufschlag zu jeder WEA-Konfiguration dar. Bei hohen Anlagen werden durch große Rotoren zusätzlich sämtliche Aktivitätsbereiche in der Höhe miteingeschlossen.

Für **Rauhautfledermaus, Zwerg- und Mückenfledermaus** sowie für **Nord- und Breitflügelfledermaus** ist das Kollisionsrisiko im Vergleich zum hohen Kollisionsrisiko an der BMU-Referenzanlage aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums ebenfalls erhöht, da durch die große Rotordimension der Aktivitätsbereich der Arten in der Höhe immer vollständig eingeschlossen wird. Wie stark sich die Risikoerhöhung insgesamt auswirkt, gestaltet sich abhängig von der Nabenhöhe. Dabei sind vor allem Nabenhöhen risikoträchtig, die in der WEA-Konfiguration zu geringem unteren Rotordurchlauf führen und somit auch die tieferen Aktivitätsbereich dieser Arten maßgeblich einschließen.

Auch für die strukturgebundenen Arten **Teich-, Brandt-, Bart- und Mopsfledermaus** ist im Vergleich zur BMU-Referenzanlage das Kollisionsrisiko aufgrund der Zunahme des überstrichenen Luftraums erhöht. Die konkrete Gefährdung ergibt sich jedoch primär aus der Nabenhöhe, da vor allem WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf konfliktträchtig sind, und als sekundärer Faktor tritt noch die vergrößerte Rotorfläche hinzu.

Je größer die Rotoren sind, desto schwieriger lässt sich ermitteln, wo sich Fledermäuse in Bezug auf die Rotoren aufhalten. Daher erscheint die zusätzliche Detektion beim Gondelmonitoring in Höhe der mittleren Masthöhe oder auf Höhe der unteren Rotorspitze sinnvoll, wobei auch dies nur Teilbereiche abdeckt (vgl. dazu Kap. 5.7.1.3). Inwieweit auch Tiere die sich entlang des Mastes orientieren und daran entlang fliegen durch diese Methoden erfasst werden können, ist zu untersuchen und zu berücksichtigen.

Derzeit werden die Temperatur und Windgeschwindigkeit lediglich an der Gondel gemessen und auf den gesamten Rotorbereich übertragen. Dadurch kann eine systematische Unterschätzung der Fledermausaktivität im gesamten Rotorbereich entstehen. Bei großen Rotoren können so große Abweichungen entstehen, dass der Grenzwert für Windgeschwindigkeit unterschritten werden und Fledermäuse noch aktiv sind obwohl sich der Rotor noch dreht (mündl. Mitt. Richarz, 2020).

Aufgrund der zumeist gewählten Kombination aus großer Nabenhöhe und großem Rotordurchmesser kommt es beim Fledermausschlag womöglich zu einer größeren Verdriftung der Schlagopfer. Die Schlagopfersuche müsste dadurch in einem größeren Radius um die Anlagen erfolgen, um aussagekräftige Angaben zur Kollisionszahl ableiten zu können. Die in den Studien RENEBA I bis III (Brinkmann et al. 2011, Behr et al. 2015, 2018) verwendeten Methoden zur Schlagopfersuche sind für die neuen Anlagen dieses Typs möglicherweise ungeeignet, da sie für Anlagen mit geringerer Größe konzipiert wurden.

5.5.4 Kleinwindenergieanlagen in der Stadt < 50 Meter Höhe

Ansiedlung und Aufenthaltsorte von Fledermäusen in der Stadt sind zum einen durch Quartiernutzung (gebäudebewohnende Arten) bedingt, zum anderen vom Vorhandensein oder Fehlen insektenreicher Jagdhabitats (Aufsuchen von urbanen Jagdgebieten, Verlassen des Siedlungsraumes zum Erreichen von Jagdhabitats) sowie durch die Flug- und Jagdstrategie (Jagd im offenen Luftraum, Jagd an Gehölzkanten oder im Wald, Erforderlichkeit von Leitstrukturen für den Ortswechsel) aber auch weitere Faktoren (z. B. Beleuchtung, Lärmemissionen im Ultraschallbereich) bestimmt und in hohem Maße artspezifisch. Der durch die Rotorfläche definierte Gefährdungsbereich von KWEA liegt prinzipiell innerhalb der häufig genutzten Flughöhenbereiche der meisten Fledermausarten.

Aufgrund einer anderen Habitatcharakteristik innerhalb von Siedlungen stellt sich die Frage ob bzw. inwieweit sich die Erkenntnisse zum Kollisionsrisiko von Fledermäusen an KWEA in Verbindung mit landwirtschaftlichen Betrieben auf KWEA in Siedlungsbereichen übertragen lassen. Unterschiede können z. B. im Hinblick auf die Beleuchtung bestehen, die bei an Lichtquellen jagenden Arten zu einer erhöhten Anzahl von Kollisionen führen können (Alder et al. 2017). Abgesehen von der Studie von Thomsen et al. (2020) im Auftrag des BfN sowie der jüngsten Ergebnisse von Hartmann et al. (2021) gibt es bisher nur wenige Studien, die das von KWEA ausgehende Gefährdungsrisiko für Fledermäuse untersucht haben. Zu diesen gehören die drei Studien Minderman et al. (2012), Minderman et al. (2015) und Moyle (2016) aus Großbritannien.

Von Thomsen et al. (2020) wurden Untersuchungen im Umfeld von KWEA in Nordwestdeutschland durchgeführt. Die Artengruppe der „Nyctaloide“ wurde an den meisten KWEA-Standorten am häufigsten aufgezeichnet, wobei ein Großteil der detektierten Tiere vermutlich auf die Breitflügelfledermaus zurückgeht. Am zweit- und dritthäufigsten waren Zwergfledermaus und Rauhaufledermaus anzutreffen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Fledermäuse an KWEA aktiv sind, sich ihre Aktivität jedoch auf geringe Höhen konzentrierte und sie nur selten im Rotorbereich der KWEA auftraten. Im kleinräumigen KWEA-Umfeld (Offenland) von wenigen Metern konnte weder ein Meideverhalten noch ein Explorationsverhalten oder ein gezieltes Anfliegen festgestellt werden. Das Maximum registrierter Aufnahmen pro Nacht war für beide Untersuchungsjahre (2015/2016) im August zu verzeichnen. Die Fledermausaktivität pro Nacht war abhängig von der Nachttemperatur (positiver Effekt, jedoch meist nicht signifikant) und der Windgeschwindigkeit (signifikant negativer Effekt für alle Arten). Der Anteil an bebauter Fläche und Wald im 2.000-m-Radius, die als Maß für ein potenzielles Quartierangebot in die Auswertung eingingen, zeigten keinen nachweisbaren Einfluss auf die gemessene Fledermausaktivität an den KWEA-Standorten. Es wurde kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Fledermausaktivität im Umfeld der KWEA zwischen stehendem und drehendem Rotor gefunden. Bei allen Flugbahnen handelte es sich um gerichtete Flugbewegungen ohne auffällige Reaktionen auf die KWEA. Schlagopfer von Fledermäusen wurden während der gesamten Untersuchungszeit nicht gefunden. Bei der Berücksichtigung von Verbleiberate und Sucheffizienz bedeutet dies jedoch nicht, dass es nicht zu Schlagopfern an den Anlagen gekommen sein kann. Unter Berücksichtigung der hieraus errechneten Fundwahrscheinlichkeit und anderen zu berücksichtigenden Parametern, wurde eine Schlagopferzahl von jährlich 0,08 Fledermäusen für jede einzelne untersuchte KWEA errechnet.

Im Gegensatz dazu wurden von Hartmann et al. (2021) bei experimentellen Kurzzeit-Versuchen in Südwestdeutschland mit einer mobilen Microwindanlage von 6,1 m Nabenhöhe, die für wenige Tage in Bereiche mit hoher Fledermausaktivität platziert wurde (Quartiernähe oder Flugstraßen), im Nahbereich (10-m-Radius) hohe Aktivitätslevels und Rotordurchflüge

verschiedener Arten, auch der Zwerg- und Mückenfledermaus, erfasst. Generell wurden viele Erkundungsflüge der Arten beobachtet, wobei es auch zu unbeschädigten Rotordurchflügen kam. Insgesamt wurden in 84 Stunden Videoaufzeichnungen der verwendeten Infrarotkameras 7.850 Flugbahnen erfasst, wobei nur eine Kollision festgestellt wurde. Je nach Standort waren verschiedene Arten vertreten, darunter auch Myotis-Arten, überall mit ähnlichen Ergebnissen. Zurückgeführt wird dies auch auf generell höhere Aktivitätslevels in Südwestdeutschland gegenüber Nordwestdeutschland und auf die besondere Situation in den ersten Tagen nach Errichtung von KWEA an Fledermausshotspots, an denen die neuen Objekte stark beobachtet und erkundet wurden.

Moyle (2016) gibt für eine Studie aus Großbritannien eine Schlagopferzahl von 0,81 toten Fledermäusen pro KWEA / Jahr an, Mindermann et al. (2015) dagegen gibt ebenfalls für Großbritannien 0,03 Schlagopfer pro KWEA / Jahr an. Nach Reinhard & Günther (2013) sind vor allem Jungtiere in der Fluglernphase durch quartiernahe KWEA-Standorte besonders gefährdet sowie allgemein gebäudebewohnende Fledermausarten, wobei die Beeinträchtigung wandernder Arten nicht auszuschließen ist. Reinhard & Günther (2013) vermuten eine größere Gefahr für lokale Fledermauspopulationen durch KWEA als durch WEA aufgrund eines Rotorbereichs in Aktionshöhe der meisten Fledermausarten, einer größeren Nähe zu Gebäuden und somit möglichen Quartieren und der größeren Nähe zu Strukturen.

KWEA innerhalb von Siedlungen stellen für die überwiegend waldgebunden lebenden Arten **Abendsegler** und **Kleinabendsegler** kein erhöhtes Risiko dar. Allerdings werden vom Abendsegler auch städtische Quartiere genutzt (z. B. Winterquartiere in Plattenbauten, oft von größeren Gruppen besiedelt). KWEA an waldnahen Siedlungsrändern oder im Offenland bergen jedoch, je nach Standort, ein Kollisionsrisiko für beide Arten.

Für die **Zweifarbfladermaus** können KWEA innerhalb von Siedlungen besonders im Bereich von Quartieren oder Jagdhabitaten eine erhöhte Gefahr darstellen. Auch im Offenland wurde die Zweifarbfledermaus im Bereich von KWEA erfasst (Thomsen et al. 2020), sodass auch hier ein Gefährdungspotenzial besteht.

Für die **Nordfledermaus** könnten KWEA innerhalb von Siedlungen besonders im Bereich von Quartieren oder Jagdhabitaten (z. B. beleuchteten Straßenzügen) eine erhöhte Gefahr darstellen. Zu beachten ist hier die regionale Betroffenheit (Gebirge und Vorland).

Für die **Breitflügelfledermaus** könnten KWEA innerhalb von Siedlungen und im Offenland besonders im Bereich von Quartieren oder Jagdhabitaten eine erhöhte Gefahr darstellen, die Art wurde auch im Bereich von KWEA im Offenland erfasst (Thomsen et al. 2020).

KWEA innerhalb von Siedlungen stellen für die überwiegend waldgebunden lebende **Rauhautfledermaus** kein großes Risiko dar, jedoch wurde die Art schon im Bereich von KWEA im Offenland erfasst (Thomsen et al. 2020), so dass hier eine Betroffenheit bestehen könnte.

Für **Zwerg- und Mückenfledermaus** könnten KWEA innerhalb von Siedlungen besonders im Bereich von Quartieren oder Jagdhabitaten (z. B. beleuchteten Straßenzügen) eine erhöhte Gefahr darstellen. Bei den o. g. Untersuchungen an KWEA waren die Ergebnisse unterschiedlich: In Nordwestdeutschland wurde an regulär betriebenen KWEA im Offenland kein Meide- oder Anziehungsverhalten beobachtet, während bei experimentellen Kurzzeit-Versuchen in Südwestdeutschland mit mobilen (sehr kleinen) KWEA auch im Nahbereich hohe Aktivitätslevel und Rotordurchflüge sowie Erkundungsflüge registriert wurden. Zusammengefasst ergibt sich für die Bewertung, dass beide Arten den Nahbereich von KWEA frequentieren, wenn auch situationsbedingt mehr oder weniger stark, und dass die Platzierung von KWEA an von Fledermäusen stark frequentierten Orten auch eine starke Frequentierung der Anlagen zur Folge hat, was sich auch auf Standorte im Siedlungsbereich übertragen

lässt. Dabei erhöht sich auch das Kollisionsrisiko stark, was bei Hartmann et al. (2021) innerhalb nur weniger Untersuchungstage an einem von 6 untersuchten Standorten mit einem Kollisionsopfer bestätigt wurde. Zur Bewertung ist anzumerken, dass auch wenn die überwiegende Mehrzahl der Flugbewegungen an diesem Standort nicht zur Kollision führte, dennoch innerhalb weniger Tage ein Kollisionsopfer resultierte. Im Kontext einer auf maximal 2 Schlagopfer je WEA und Jahr begrenzten Vermeidungsstrategie in den meisten Windkraftleitfäden der Bundesländer stellt sich die Wichtung anders dar. Generell treten vermutlich bei Neuerrichtung von KWEA innerhalb von Hotspots der Raumnutzung lokaler Populationen oder auch bei Neuerkundung eines Standortes mit KWEA (von Jungtieren oder zur Balzzeit) die höchsten Aktivitäten an diesem Anlagentyp auf.

Für **strukturegebundene Arten** wie die Teichfledermaus könnten KWEA innerhalb von Siedlungen besonders im Bereich von Quartieren und Transferstrecken und für Brandt-, Bart und Mopsfledermaus darüber hinaus auch bei einer strukturnahen Lage im Bereich von Jagdhabitaten eine erhöhte Gefahr darstellen. Im Offenland bergen KWEA ebenfalls im Bereich von Transferstrecken, sowie im Bereich von Jagdhabitaten über Land, eine erhöhte Gefährdung.

Zur Vermeidung empfehlen Reinhard & Günther (2013) einen geeigneten Bautyp zu wählen. Die KWEA sollten spaltenfrei und schattenfrei sein sowie eine einheitliche Farbgebung besitzen. Bei einer erhöhten Anzahl an Rotorblättern, breiteren Rotorblättern und einer höheren Einschaltgeschwindigkeit ist die Gefahr einer Kollision geringer. Die Vergrämung von Fledermäusen mittels Ultraschallemissionen wären ihrer Meinung bei KWEA eine denkbare Methode, vor allem in unmittelbarer Nähe eines Quartiers. Auch Abschaltzeiten können nach standort- und artspezifischen Untersuchungen vor Ort eingerichtet werden. Thomsen et al. (2020) empfehlen ebenfalls die Umsetzung von Abschaltalgorithmen.

Eine Verfahrensfreiheit von KWEA unter 10 m Nabenhöhe wird kritisch gesehen (Reinhard & Günther 2013), da dies seitens des Betreibers ein Risiko darstellen könnte, da die Bestimmungen des Artenschutzes trotzdem eingehalten werden müssen. Hier sollten Richtlinien für eine einheitliche Herangehensweise erarbeitet werden.

LUWG Rheinland-Pfalz (2015) gibt für Rheinland-Pfalz als Vorsorge die Einhausung (Schutzgitter) der KWEA, optional eine Kapselung des Nabengehäuses und den Verzicht auf Abspannseile an. Des Weiteren soll ein Mindestabstand von 20 m zu Gehölz- oder Gebäudestrukturen umgesetzt werden. Thomsen et al. (2020) empfehlen diesen Vorsorgegesichtspunkt auch auf die übrigen Bundesländer auszuweiten.

5.6 Fallbeispiele

5.6.1 Fallbeispiel 1: Kollisionsoffer an WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf

Im folgenden Fallbeispiel werden die Ergebnisse von Schlagopfersuchen an zwei benachbarten WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf vorgestellt, die das hohe Kollisionsrisiko von Fledermäusen an WEA dieser Konfiguration verdeutlichen.

Planerische Vorgeschichte, untersuchter WEA-Typ

Zwei WEA wurden im Jahr 2018 neu errichtet. Im Genehmigungsbescheid wurde eine systematische Schlagopfersuche angeordnet. Eine dem Vorsorgeprinzip folgende Abschaltung der WEA wurde nicht beauftragt, so dass die Anlagen ohne Abschaltung ans Netz gingen.

Bei den beiden untersuchten WEA handelt es sich um den Anlagentyp Enercon E-82. Diese Anlagen haben eine Nabenhöhe von 58,9 m und einen Rotordurchmesser von 82 m, was einer Gesamthöhe von 99,9 m entspricht. Augenfällig ist der sehr tiefe untere Rotordurchlauf von nur 17,9 m über Grund.

Die Standorte befinden sich in einer strukturarmen, ebenen Ackerlandschaft in Mitteldeutschland. Im Umfeld beider WEA sind nur wenige Leitstrukturen vorhanden und auch diese in größerer Entfernung: Ein lose mit Einzelbäumen bzw. -büschen bestandener Feldweg liegt in knapp 300 m bzw. 600 m Entfernung, eine Baumreihe mit Anschluss an einen kleinen Bach verläuft in 600 m bzw. 700 m Entfernung. Im Jahr 2019 wurde unter beiden WEA Mais, im Jahr 2020 Weizen angebaut.

Methodik Schlagopfersuche und Hochrechnung

In den Jahren 2019 und 2020 erfolgten an beiden WEA Schlagopfersuchen in einem Radius von 100 m um die Anlagen. Dabei wurden die im BMU-Projekt RENEBA I „Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen“ (Brinkmann et al. 2011) entwickelten Methoden berücksichtigt. Die Absuche erfolgte in beiden Jahren vom 01.07. bis 11.10. in einem zweitägigen Rhythmus mit jeweils 52 Begehungen. Da bei systematischen Schlagopfersuchen nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle im Untersuchungszeitraum verunglückten Tiere gefunden werden, wurden die methodischen Fehler Absuchbarkeit, Suchefferizienz und Abtragrate mit Hilfe von Feldversuchen und/oder Literaturwerten quantifiziert.

Die Hochrechnung der Schlagopferzahlen erfolgte unter Verwendung des R-package carcass (Korner-Nievergelt et al. 2015). Basierend auf ringförmigen Distanzklassen von jeweils 10 m um den Mastfuß, dem Anteil getöteter Tiere (= gefundene Schlagopfer) in Bezug auf die Entfernung zum Mastfuß, der Verbleibe-Wahrscheinlichkeit getöteter Tiere im Suchkreis und der Suchefferizienz wird dabei eine geschätzte Schlagopferanzahl (= tatsächlich verunglückte Schlagopfer) berechnet. Das R-package kann maximal eine Distanz von 80 m zum Mastfuß berücksichtigen. Trotz Absuche im 100-m-Radius wurden alle Schlagopfer in dieser Untersuchung in einer Entfernung von unter 50 m vom Mastfuß gefunden. Als Bezugsrahmen für die Berechnung wurde daher in carcass ein 70-m-Radius gesetzt, der eine Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen ermöglicht.

Ergebnisse Schlagopfersuche und Hochrechnung

Tab. 24 zeigt die Ergebnisse der Schlagopfersuche sowie der Hochrechnung für 2019 und 2020. Im Jahr 2019 wurden 7 (WEA 1) bzw. 15 (WEA 2) Schlagopfer gefunden. Die mit dem R-Package carcass erhaltenen Hochrechnungsergebnisse liegen für WEA 1 bei 23 und für WEA 2 bei 40 geschätzten Schlagopfern pro Jahr. Im Jahr 2020 wurden 6 (WEA 1) bzw. 3 (WEA 2) Schlagopfer gefunden. Die Hochrechnungsergebnisse liegen für WEA 1 bei 13 und für WEA 2 bei 6 geschätzten Schlagopfern pro Jahr (Konfidenzintervalle aller Schätzungen

siehe Tab. 24). Die wandernden Arten Abendsegler, Kleinabendsegler und Rauhautfledermaus waren am häufigsten von Kollision betroffen, sie machten etwa drei Viertel der Schlagopfer aus. Bei den weiteren Schlagopfern handelte es sich um Zwerg- oder Mückenfledermäuse.

Tab. 24: Ergebnisvergleich Anzahl der Schlagopfer in den Untersuchungsjahren 2019 und 2020 (jeweils 52 Kontrollen im Zeitraum 01.07. bis 11.10.)

	2019		2020	
	WEA 1	WEA 2	WEA 1	WEA 2
Schlagopferfunde:				
Abendsegler	1	-	-	-
Kleinabendsegler	4	5	-	-
Rauhautfledermaus	2	6	3	2
Zwergfledermaus	-	-	2	-
Mückenfledermaus	-	4	-	-
Zwerg-/Mückenfledermaus	-	-	1	1
Anzahl Funde gesamt	7	15	6	3
Ergebnisse Hochrechnung:				
Kollisionen Hochrechnung carcass (70 m Radius um WEA)	23	40	13	6
Konfidenzintervall (Intervall, in dem der wahre Wert für Kollisionen mit 95% Wahrscheinlichkeit liegt)	12 – 42	26 – 61	7 – 23	3 – 13

Bewertung

Die über 2 Jahre verifizierte Kollisionsopferzahl (reale Funde) an beiden untersuchten WEA ist sehr hoch und übersteigt die im Planungskontext „tolerierte“ Schlagrate von max. 2 Fledermäusen je WEA und Jahr deutlich. Die statistische Hochrechnung aus den Funden ergab über beide Untersuchungsjahre geschätzte Schlagopferzahlen zwischen 13 und 23 (WEA 1) bzw. 6 und 40 (WEA 2) und zeigt die Konflikträchtigkeit beider WEA noch deutlicher. Die Schlagopferzahl ist besonders vor dem Hintergrund sehr hoch, dass die untersuchten WEA-Standorte in Ackerflächen liegen, über keine strukturelle Anbindung an fledermausrelevante Habitate verfügen und die nächstgelegenen Leitstrukturen mehrere hundert Meter entfernt sind.

Die Ergebnisse der vorgestellten Schlagopfersuchen zeigen, dass WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf sowohl für nicht strukturegebundene, frei im offenen Luftraum fliegende, Arten wie den Abendsegler, den Kleinabendsegler und die Rauhautfledermaus als auch für bedingt strukturegebundene Arten wie Zwerg- und Mückenfledermaus eine starke Gefährdung darstellen, selbst wenn sie an vermeintlich „konfliktarmen“ Standorten geplant und errichtet werden. Eine Betroffenheit weiterer strukturegebundener Arten an diesem Typ WEA ist insbesondere bei einer strukturnahen Platzierung sehr wahrscheinlich.

5.6.2 Fallbeispiel 2: Windenergienutzung - Berücksichtigung von Belangen des Fledermausschutzes auf Ebene der Regionalplanung

Eine Regionale Planungsgemeinschaft in Mitteldeutschland ließ ein Fachgutachten zur Identifizierung regional bedeutsamer Bereiche für windenergiesensible Vogel- und Fledermausarten innerhalb der Planungsregion erarbeiten. Das Fachgutachten wurde zur Berücksichtigung artenschutzrechtlicher Belange im Rahmen der Teilfortschreibung des Regionalen Entwicklungsplanes zum Thema „Erneuerbare Energien“ erstellt. Ziel des Fachgutachtens war es, möglichst frühzeitig und rechtssicher artenschutzrechtliche Konflikte zu erkennen und bei der regionalplanerischen Ausweisung der Gebiete für die Nutzung der Windenergie zu berücksichtigen. Im Folgenden werden die methodische Herangehensweise, beispielhafte Ergebnisse für den Fledermausteil des Fachgutachtens und die praktische Umsetzung auf der Ebene der Regionalplanung vorgestellt.

Untersuchungsgebiet

Die Planungsregion umfasst einen Landkreis vollumfänglich sowie Anteile an einem der benachbarten Landkreise. Der räumliche Schwerpunkt des Fachgutachtens lag auf dem landwirtschaftlich genutzten Raum außerhalb von Schutzgebieten als potenzielle Kulisse für die Windenergienutzung.

Methodik

Die methodischen, räumlichen und maßstäblichen Rahmenbedingungen bildeten die raumordnerischen Ermittlungen der bisher im Regionalen Entwicklungsplan ausgewiesenen bzw. künftig auszuweisenden Gebiete für die Nutzung der Windenergie. Betrachtet wurden neun besonders im Hinblick auf das Kollisionsrisiko an WEA als windenergiesensibel eingestufte Fledermausarten (Abendsegler, Kleinabendsegler, Breitflügelfledermaus, Nordfledermaus, Zweifarbfledermaus, Rohr-, Zwerg- und Mückenfledermaus, Teichfledermaus). Die Datengrundlage für die Bewertung von für Fledermäuse bedeutsamen Gebieten bildete die zentrale Artdatenbank des Bundeslandes sowie Daten zur Erfassung von Fledermausarten in den FFH-Gebieten. Des Weiteren erfolgte eine Befragung der Unteren Naturschutzbehörden der betroffenen Landkreise nach Artdaten in dort vorliegenden Quellen. Ebenso verfahren wurde in angrenzenden Landkreisen, soweit sie an artspezifischen Prüfradien Flächenanteile besaßen. Weiterhin wurden Artspezialisten befragt, die Landesreferenzstelle Fledermausschutz, der ehrenamtliche Fledermaus-Arbeitskreis und überregionale Datenhalter zu Fledermausnachweisen (Fledermauszugprojekt AKFSA, Beringungszentrale Sachsen, Datenbank zu Schlagopferfunden an WEA beim LfU Brandenburg).

Die im Rahmen der Datenrecherche erfassten Datensätze der zu betrachtenden Fledermausarten wurden einem detaillierten Prüfvorgang unterzogen und hinsichtlich Plausibilität und Aktualität geprüft. Die so generierten Gesamtdatensätze wurden für die Ermittlung von Schwerpunktgebieten und Gebieten mit besonderer Bedeutung für Fledermäuse verwendet. Bei den Fledermäusen sind dies vor allem Reproduktions- und Überwinterungsgebiete. Weitere Nachweise wurden anhand des Nachweisdatums artspezifisch nach saisonalen Funktionen (Frühjahrszug, Sommerlebensraum, Balz- und Zugzeit im Herbst) differenziert. Die von den zuständigen Stellen übermittelten digitalen Daten lagen als Punktdaten vor. Weitere Datengrundlagen aus Planungen und gebietsbezogenen Erfassungen wurden auf Basis der jeweiligen Bezugsgebiete als Flächendaten aufgenommen, da nur teilweise ortsgenaue Informationen vorlagen.

Aufbauend auf den so räumlich zugeordneten Informationen zu WEA-sensiblen Fledermausarten und den gemäß dem Windkraft-Leitfaden des Bundeslandes zu berücksichtigenden Abstandsempfehlungen wurden in einer Gesamtbilanzierung Ausschlussgebiete abgegrenzt.

Diese Ausschlussgebiete wurden im nächsten Schritt mit bestehenden Eignungs- und Vorranggebieten und Vorschlagsgebieten für Windenergienutzung verschnitten und eine Grobbewertung der Einzelgebiete im Hinblick auf Konflikte mit Fledermäusen vorgenommen. Für alle betrachteten Gebiete wurde als Fazit ein abgestuftes Konfliktpotenzial vergeben (gering, mittel, hoch), eine Einschätzung zur Windenergienutzung vorgenommen (möglich, bedingt möglich, nicht empfohlen) und die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen auf nachgeordneten Planungsebenen (notwendig, umfassend notwendig, sehr umfassend notwendig) eingeschätzt und spezifiziert.

Praktische Umsetzung auf Ebene der Regionalplanung

Im Hinblick auf die Berücksichtigung der Belange des Fledermausschutzes auf Ebene der Regionalplanung sind folgende Ergebnisse zu nennen:

Die Ergebnisse des Fachgutachtens sind in die gebietsbezogene Bewertung der Vorrang-, Eignungs- und Potenzialgebiete eingeflossen. Ein Prüfflächenkomplex wurde aufgrund einer multifaktoriellen Risikohaftigkeit hinsichtlich des Artenschutzes (darunter auch die Problematik Fledermäuse) nicht weiter verfolgt. Generell wurde die Fledermausbetroffenheit (Standorte, Abstände zu bekannten Quartieren) jedoch nicht als harte oder weiche Tabuzone definiert, sondern als Restriktionskriterium für die Einzelfallprüfung benannt. Sich bereits aus dem bundeslandspezifischen Windkraft-Leitfaden ergebende Anforderungen (z. B. vertiefende Untersuchungen bei Vorkommen bestimmter kollisionsgefährdeter Fledermausarten) wurden im Fachgutachten, soweit bereits absehbar benannt, in den regionalplanerischen Gebietsblättern für die Prüfflächen und im Umweltbericht jedoch nicht thematisiert. Als wirksame Maßnahme zur Minimierung artenschutzrechtlicher Konflikte von Windenergieplanungen mit Fledermäusen wird auf die Abschaltung hingewiesen.

Bewertung

Insgesamt stellte das Fachgutachten eine fachliche Planungshilfe für die gebietsbezogene Bewertung dar, verbindlich fixierte Festsetzungen für nachfolgende Planungsebenen (B-Plan oder Genehmigungsverfahren) resultierten daraus nicht. Gegenstand der regionalplanerischen Betrachtung ist ausschließlich die Gebietskulisse zur Vermeidung grundsätzlicher erheblicher Konflikte zwischen der Windenergienutzung und anderen Belangen, hier mit dem Belang des Arten-/Fledermausschutzes; ein Steuern von oder Einwirken auf WEA-Typen, die dort künftig errichtet werden, erfolgt erst im Rahmen des Genehmigungsverfahrens der Anlagen. Insofern stellte das Gutachten nicht nur eine wichtige Fachgrundlage für die regionalplanerische, gebietsbezogene Abwägung, sondern auch eine erste übergreifende Informationsquelle für die artenschutzrechtliche Konfliktbewältigung auf den nachgeordneten, räumlich und inhaltlich konkretisierenden Planungsebenen (Bauleit- und Genehmigungsplanung für WEA-Standorte) dar.

Generell stellt sich der Regionalplanung die Herausforderung, der Windkraftnutzung substanziell Raum zu geben und dabei sowohl fachlich fundierte räumlich lenkende Rahmenvorgaben für Flächennutzungen zu geben als auch das Gebot der planerischen Zurückhaltung zu beachten, welches die Befugnis zur planerischen Regelung zurückstellt, wenn auf nächstgelagerter Vollzugsebene der Bauleitplanung oder auch des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens die Konfliktbewältigung ebenfalls, besser oder zweckmäßiger erfolgen kann. Die Steuerung auf der regionalplanerischen Ebene kann somit keinen hohen Detaillierungsgrad erreichen, jedoch offensichtliche räumliche „Fehlsteuerungen“ vermeiden.

5.7 Handlungsempfehlungen

5.7.1 WEA-Typen

5.7.1.1 Große Anlagen > 200 Meter Gesamthöhe / > 140 Meter Nabenhöhe (Offenland/Wald)

Zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials durch WEA in Höhen bis > 200 m sind weitere Untersuchungen bezüglich des Zugverhaltens wandernder kollisionsgefährdeter Arten in diesen Höhen erforderlich. Dies schließt Informationen zu Zughöhen, zu optisch-akustischer Orientierung und zu räumlichen und zeitlichen Zugmustern ein. Kurzfristiger sind darüber hinaus gezielte Untersuchungen zur Verteilung der Höhenaktivität in verschiedenen Höhenklassen sowie zu die Höhenaktivität bestimmenden Faktoren wünschenswert. Dabei wäre auch der Frage nachzugehen, ob in großen Höhen ziehende Fledermäuse überhaupt regelmäßig orten (also akustisch nachweisbar sind) oder sich anders orientieren (bspw. mittels Magnetsinn oder an Landmarken).

Insbesondere betrifft dies die hochfliegenden Arten Abendsegler, Kleinabendsegler und Zweifarbfledermaus, für die an hohen WEA keine Risikoverringerung eintritt und hinsichtlich einer Gefährdungserhöhung Prognoseunsicherheit besteht. Aber auch die vierte fernwandernde Art, die Rauhaufledermaus, kann vergleichsweise hoch fliegen, durchzieht Deutschland und den Ostseeraum in sehr hohen Individuenzahlen und eine sichere Prognose zum Risiko an hohen WEA ist bislang nicht möglich. Für Zwerg- und Mückenfledermaus fehlen Daten, inwieweit auch hohe Anlagen bis in kollisionsgefährliche oder mit dem Risiko eines Barotraumas verbundene Höhen in Erkundungsverhalten einbezogen werden.

Akustische Detektionsreichweiten sind begrenzt und decken bei hohen WEA sowohl als bodengebundene wie auch als gondelgebundene Erfassungen nur einen kleinen Teil des realen Aktivitätsgeschehens im zu untersuchenden Risikobereich ab. Daher sind angepasste Erfassungsmethoden durch zusätzliche Detektion auf Höhe des unteren Rotordurchlaufs einzuführen. Dadurch kann eine bessere, wenn auch infolge großer Rotordurchmesser weiter unvollständige, Abdeckung der Fledermausaktivität im Wirkungsbereich der Rotoren erreicht werden.

Bei diesem Anlagentyp steht die Gefährdung hochfliegender sowie wandernder Arten zur Zugzeit im Vordergrund. Eine Gefährdung während der Saison zwischen den Zugphasen ist ebenso möglich, sofern in diesem Zeitraum erhöhte Aktivitäten auftreten. Daten zur Höhenaktivität von Fledermäusen generell und zu Höhen oberhalb von 100 m insbesondere (was noch weit entfernt ist von der mit Daten abzudeckenden WEA-Gesamthöhe von 200 m) liegen jedoch unzureichend vor. Die Prognoseunsicherheit für die Gefährdung an hohen WEA besteht für alle hochfliegenden wandernden Arten.

Eine vorhabenbezogene Erfassung im Rahmen von Voruntersuchungen, die relevante Sachverhaltsdaten zu diesem WEA-Typ liefert, ist technisch kaum möglich, da in großer Höhe und bei Planung großer Rotoren über einen breiten Höhenbereich erfasst werden müsste. Allen zugänglichen Informationen zufolge wird bei Planungen für WEA neuer Generation nicht anders erfasst als für herkömmliche WEA-Typen. Die dabei ermittelten Daten ermöglichen keine seriöse artenschutzfachliche Bewertung im Rahmen eines genehmigungsrelevanten Fledermausgutachtens. Des Weiteren sind Zugphänologien an konkreten Orten grundlegend von vielen Faktoren abhängig (vgl. z. B. Bach et al. 2020), so dass aus den Ergebnissen eines singulären Erfassungsjahres keine artenschutzrechtlich fundierte Prognose für einen 20jährigen Betriebszeitraum an einem Standort getroffen werden kann.

Bei diesem Anlagentyp wären ein (bundesweit) grundsätzlich verpflichtendes Gondelmoni-

toring mit präventiver Abschaltung zur Zugzeit (auch bei geringen Hinweisen auf Vorkommen von WEA-empfindlichen Fledermäusen im Gebiet) oder eine verpflichtende „worst-case“-Abschaltung (mit fakultativem Gondelmonitoring) eine Möglichkeit, das artenschutzfachliche Defizit aufzufangen. Eine solche Lösung würde nicht nur zum Artenschutz und zur Rechtssicherheit an diesem neuen WEA-Typ beitragen, sondern als Nebeneffekt zur Verfahrensbeschleunigung und Vereinheitlichung der Verfahrensweisen beitragen. Im Kontext der ambitionierten Ausbauziele für die Windkraftnutzung in den kommenden Jahren könnte dies ein wichtiger Aspekt sein.

5.7.1.2 Niedrige Anlagen mit einem Abstand < 50 Meter zwischen Rotorspitze und Vegetation

Eine erhöhte Betroffenheit durch diesen WEA-Typ entsteht für alle Arten, die entlang von Strukturen und über Wäldern jagen und dabei insbesondere für strukturgebundene, vegetationsnah fliegende Arten. Allerdings jagen auch struktungebundene Arten vor allem in den Höhenbereichen unter 100 m und sind zumindest anteilig betroffen.

Wichtig ist daher, dass bei solchen Anlagen ein ausreichender Abstand zu Wäldern, Gehölzen, Gewässern und Leitstrukturen wie Baumreihen und Hecken eingehalten wird. Damit werden Risiken für strukturgebundene Arten minimiert. Verbleibende Risiken betreffen struktungebundene Arten, die jedoch lauter rufen, besser erfassbar sind und mit der Vermeidungsmaßnahme Betriebsregulierung erreicht werden. Bisher sind nicht in allen Leitfäden und nicht zu allen kollisionsgefährdeten Arten definierte Mindestabstände zu solchen Strukturen festgelegt. Hier besteht Handlungsbedarf. Da die Erstellung und Abstimmung von Windkraft-Leitfäden ein langer und abstimmungsintensiver Prozess unter Beteiligung verschiedener Interessengruppen ist und die meisten Leitfäden relativ aktuell erstellt oder überarbeitet wurden, muss dies ggf. in Form von nachgeordneten bindenden Festlegungen erfolgen. Da sich die Ökologie von Fledermäusen bundesweit nicht grundlegend unterscheidet, sollten einheitliche Kriterien unter Beachtung der aktuellen WEA-Konfigurationen verwendet werden. In Anbetracht der Rotordimensionen von WEA der neuen Generation von 90 m bis über 150 m greift ein Mindestabstand von 100 m Abstand zu Gehölzen und Waldrändern (festgelegt bspw. im Sächsischen Leitfaden) mittlerweile bereits zu kurz.

Neben dem horizontalen Abstand zu Gehölzstrukturen ist bei diesem WEA-Typ vor allem der vertikale Abstand zur Vegetation von Belang. Wichtig an Waldstandorten ist ein Mindestabstand der unteren Rotorspitze vom Kronendach der Bäume von 50 m. Damit wird gewährleistet, dass Arten die eigentlich im Wald fliegen, sich aber auch über die Baumkronen hinausbegeben, nicht zusätzlich schlaggefährdet sind (FA Wind 2019). Im Hessischen Windkraft-Leitfaden ist die Sicherstellung eines freien Luftraums von mindestens 50 m über den Baumkronen mittelalter Wälder oder Gehölzen in der Landschaft enthalten. Diese Forderung könnte auch in anderen Bundesländern in die Leitfäden aufgenommen werden, insbesondere vor dem Hintergrund der Planung von Windenergienutzung an Waldstandorten. Dadurch wird der hier betrachtete WEA-Typ „WEA mit geringem unterem Rotordurchlauf über der Vegetation“ von vornherein in diesen konfliktträchtigen Lebensräumen ausgeschlossen.

In Mecklenburg-Vorpommern werden Anlagen, bei denen die im Leitfaden geforderten Abstände nicht eingehalten werden können, nur unter der Auflage eines Betriebs mit pauschalen Abschaltzeiten genehmigt. Dies könnte als weitere Bedingung in anderen Leitfäden ergänzt werden. Im Allgemeinen ist anzustreben, den Bau dieses Anlagentyps in und an Wäldern und in Gehölznähe generell zu vermeiden.

Neben den strukturelevanten Aspekten ist jedoch zu beachten, dass auch struktur-

ungebundene Arten vor allem in den Höhenbereichen unter 100 m jagen und die ziehenden Arten auch zum großen Teil in diesen Höhen ziehen, die von tiefreichenden Rotoren moderner Dimensionen fast gänzlich durchstrichen werden. Die unter Umständen große Konfliktträchtigkeit von WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf an strukturfernen, vermeintlich konfliktarmen, Standorten wird bisher planerisch kaum berücksichtigt und ist auch in Fledermausgutachten zur Genehmigungsplanung oft nicht hinreichend gewürdigt. Ein Fallbeispiel dazu gibt Kap. 5.6.1, wo es an solchen Anlagen zu hohen herbstlichen Schlagopferzahlen von ausschließlich strukturungebundenen Arten im Spätsommer und Herbst kam. Möglicherweise sind solche Konstellationen im Rahmen von Voruntersuchungen auch nicht erkennbar. Da jedoch im Nachgang zu einer erteilten Genehmigung unter diesen Umständen keine risikomindernden Maßnahmen mehr durchsetzbar sind, wäre die zwingende Konsequenz, dass dieser WEA-Typ grundsätzlich mit einer „worst-case“-Abschaltung in Betrieb gehen sollte, die von einem freiwilligen Gondelmonitoring flankiert werden kann.

5.7.1.3 Große Rotordurchmesser > 90 Meter

Mit zunehmendem Rotordurchmesser steigt die überstrichene Rotorfläche an und somit statistisch auch das Risiko der Kollision von Fledermäusen mit den Rotoren. Wie sich dies konkret auf bestimmte Arten auswirkt, hängt von der vertikalen Positionierung der Rotoren, d. h. von der Nabenhöhe ab (Näheres vgl. Kap. 5.4.3). Dabei ist die mögliche Risikolage im Artenspektrum sehr breit und umfasst je nach Konfiguration jeden Höhenbereich von sehr hohen WEA bis zu WEA mit geringem unteren Rotordurchgang.

Grundsätzlich leitet sich der Handlungsbedarf für WEA mit großen Rotoren damit primär aus der Höhenkonfiguration ab (vgl. Kap. 5.7.1.1 und 5.7.1.2). Als sekundärer Faktor tritt die vergrößerte Rotorfläche hinzu, die im Rahmen der verfügbaren Erfassungsmethoden bei technisch begrenzten akustischen Detektionsreichweiten nur unvollständig abgedeckt werden kann. Je größere Rotoren eingesetzt werden, desto größer ist das Erfassungsdefizit.

Eine zusätzliche Detektion etwa auf mittlerer Masthöhe und/oder auf Höhe des unteren Rotordurchlaufs würde, wie bei sehr hohen WEA (vgl. Kap. 5.7.1.1), zusätzliche Daten über den unteren Rotorraum erbringen. Außerdem sollte an diesen Messpunkten die Temperatur und Windgeschwindigkeit gemessen werden, da aufgrund des großen Rotordurchmessers im durchstrichenen Bereich unterschiedliche Temperaturen und Windgeschwindigkeiten herrschen können, die bei der Steuerung von Abschaltalgorithmen berücksichtigt werden müssen und ggf. zu einer Anpassung der Betriebszeiten führen.

Dies ist jedoch erst nach Inbetriebnahme im Rahmen eines Gondelmonitorings realisierbar, nicht im Rahmen von Voruntersuchungen. Auch beim erweiterten Gondelmonitoring bleibt in Relation zum Gesamt-Rotorraum ein Erfassungsdefizit in den Außenbereichen und der oberen Hälfte des Rotors bestehen.

Da die Verteilung der Aktivität über den gesamten Risikobereich „Rotorfläche“ nicht bekannt ist und weder im Rahmen von regulären Voruntersuchungen noch in Form eines wie oben beschrieben erweiterten Gondelmonitorings hinreichend ermittelt werden kann, können auch die Erfassungsdefizite nicht quantifiziert werden. Diese können Tiere umfassen, die nur den Rotoraußenbereich oder nur Höhen oberhalb der Gondel befliegen und nicht detektiert werden, da sie außerhalb der Erfassungsreichweite bleiben oder gar nicht rufen. Auch diese Tiere können jedoch kollidieren und würden nur im Rahmen einer Schlagopfersuche gefunden. Schlagopfersuchen an großen Rotoren sind jedoch aufwändig, da ein sehr großer Suchradius resultiert. Die meisten dokumentierten Schlagopferfunde und -absuchen beziehen sich auf Rotordurchmesser von 60 bis 90 m. WEA mit Rotordurchmessern > 120 m wurden bisher nur im Einzelfall abgesucht (vgl. Kap. 5.3.1.3).

Zusammengefasst ist für diesen WEA-Typ am deutlichsten, dass die in den RENEBAT-Projekten für kleiner dimensionierte WEA durchgeführten Grundlagenermittlungen, die die Basisdaten für die Probat-Software bilden, in analoger und erweiterter Form für WEA neuer Generation fehlen und diese nicht durch Analogieschlüsse aus den RENEBAT-Ergebnissen hergeleitet werden können. Daraus ergibt sich ein Handlungsbedarf im Hinblick auf einzuleitende Forschungsaktivitäten, die Basisdaten zur Verteilung von Aktivitäten kollisionsgefährdeter Arten innerhalb des von großen Rotoren durchstrichenen Raumes und zur Kollisionsgefahr modellhaft erfassen. Ziel ist eine valide Aussage darüber, wie die stichprobenhafte akustische Erfassung beim einfachen und erweiterten Gondelmonitoring an diesem WEA-Typ mit Korrekturfaktoren untersetzt werden muss.

5.7.1.4 Kleinwindenergieanlagen in der Stadt < 50 Meter Höhe

Da der durch die Rotorfläche definierte Gefährdungsbereich von KWEA innerhalb der häufig genutzten Flughöhen der meisten Fledermausarten liegt (Reinhard & Günther 2013) und derzeit noch Wissensdefizite zu deren Auswirkungen auf lokale Populationen im urbanen Raum bestehen, sollte die Gefährdung durch diese Anlagen weiter untersucht werden. Die vorliegenden Untersuchungen an KWEA in Deutschland von Thomsen et al. (2020) und Hartmann et al. (2021) beziehen sich nicht auf urbane Räume, dennoch lassen sich die Kernergebnisse grundsätzlich auch auf Siedlungsbereiche übertragen. Eine Meidung findet anscheinend nicht statt, an stark von Fledermäusen genutzten Orten wie an Flugrouten oder in Quartiernähe kommt es auch zu hohen Aktivitäten im Nahbereich (einschließlich Rotordurchflüge und Erkundungsflüge) und hiermit zur Erhöhung des Kollisionsrisikos.

Da mit dem Erreichen der Klimaschutzziele ein weiterer Ausbau der Windenergie in Deutschland notwendig ist, wird auch der Ausbau von KWEA vor allem im urbanen Raum auf Dächern und Gewerbeflächen weiter voranschreiten. Bis weitere Erkenntnisse zu deren Beeinträchtigungen vorliegen, sollten Empfehlungen und Vermeidungsmaßnahmen der bereits bestehenden Untersuchungen (Thomsen et al. 2020, Reinhard & Günther 2013, LUWG Rheinland-Pfalz 2015) in die Leitfäden der Bundesländer aufgenommen werden. Bisher hat nur Rheinland-Pfalz einen Leitfaden zu KWEA erstellt. Dies umfasst die Wahl eines geeigneten Bautyps und Baustandortes, die Einhausung der KWEA als Vorsorgemaßnahme sowie einen Mindestabstand von 20 m zu Gehölz- oder Gebäudestrukturen. Ob eine Verfahrensfreiheit für den Bau von KWEA unter 10 m Nabenhöhe bestehen bleiben sollte, ist artenschutzrechtlich auch im Hinblick auf die experimentellen Ergebnisse von Hartmann et al. (2021) zu prüfen.

5.7.2 Leitfäden der Bundesländer

5.7.2.1 Allgemeines

Die Leitfäden der Bundesländer unterscheiden sich deutlich bezüglich der gewählten Abstandskriterien und der sonstigen Festlegungen zur Berücksichtigung des besonderen Artenschutzes von Fledermäusen bei der Genehmigung von WEA. Gemäß aktueller Rechtslage sind die Leitfäden weiterhin gültig und hinsichtlich Untersuchungsvorgaben, Abschaltkriterien und Signifikanzschwelle in den Bundesländern zu nutzen.

Keiner der Leitfäden nimmt bei der Definition des Untersuchungsrahmens oder den artenschutzrechtlichen Anforderungen für diese Artengruppe Bezug auf WEA der neuen Generation, obgleich mehrere Leitfäden erst in den letzten Jahren erstellt bzw. überarbeitet wurden. Außer im Leitfaden für Rheinland-Pfalz werden auch keine speziellen Kriterien im Umgang mit KWEA berücksichtigt. Wie dargestellt, verschärfen sich bei WEA-Typen der neuen Generation jedoch bereits bestehende Risiken bzw. neue Gefahrenbereiche für Fledermäuse

entstehen (vgl. Kap. 5.5). Dahingehend ist eine Anpassung der Leitfäden in verschiedenen Aspekten erforderlich.

Zwar werden in vielen Leitfäden ausführlich Kriterien zu den beim Abschaltalgorithmus anzusetzenden Parametern angeführt, die sich aus den Ergebnissen von RENEBAT ableiten und mit Probat korrespondieren.

Nachvollziehbare Kriterien, wann eine Abschaltung überhaupt anzuordnen ist, werden in Leitfäden nahezu gänzlich vermieden. Dieser essenzielle Schritt der Berücksichtigung artenschutzrechtlicher Belange bleibt der rein gutachterlichen Auslegung überlassen. Vor dem Hintergrund, dass die Anforderungen an die Voruntersuchungen je nach Bundesland stark variieren, dort teils je nach Landkreis unterschiedlich ausgelegt werden und in vielen Planungskonstellationen quantitative vergleichbare Untersuchungen wie z. B. Höhenerfassungen im Vorfeld auch aktuell nicht stattfinden bzw. nicht stattfinden können, wären einheitliche, ggf. regional differenzierte Bemessungsgrundlagen, die sich an verschiedenen Untersuchungsdesigns und dem entsprechenden Datenumfang orientieren jedoch eine wichtige qualitative und quantitative Orientierung für Gutachter, die sich im besten Fall mit eigenen Datensammlungen zur Ermittlung von Vergleichswerten behelfen und im schlechtesten Fall nur eine verbal-argumentativ einschätzende Aussage treffen. Eine Einzelfallprüfung („Ob ein signifikant erhöhtes Risiko vorliegt, ist jeweils im Einzelfall in Bezug auf die Lage der WEA, die jeweiligen Artvorkommen und das Schlagrisiko zu klären.“, Auszug Windkraft-Leitfaden Sachsen-Anhalt) ohne valide Vergleichswerte und ohne einen nachvollziehbaren Bewertungsrahmen kann den Anforderungen an eine artenschutzrechtliche genehmigungsrelevante Bewertung nicht erfüllen. Genehmigungsbehörden, die immer auch die Rechtssicherheit einer mit Auflagen verbundenen Genehmigung zur Errichtung von WEA beachten müssen, haben so oft unzureichende Grundlagen zur Anordnung einer Abschaltung zur Hand. Um dies anhand der den Gutachten zugrunde liegenden Daten selbst fachlich zu beurteilen, fehlt in den Naturschutz- und Immissionsschutz-Behörden in der Regel die personelle und fachliche Kapazität bzw. ist dies auch nicht die Aufgabe der Behörden.

Der Umgang mit Betriebsregulierungen variiert zwischen den Bundesländern bisher sehr stark. Im Jahr 2016 wurde bei einer Expertenbefragung, die verschiedene Interessengruppen einschloss, eingeschätzt, dass der Anteil von Fachgutachten, der Abschaltzeiten empfiehlt, ebenso wie der Anteil der Genehmigungen, der Abschaltzeiten beauftragt, bei unter 50 % liegt (Fritze et al. 2019). Unter allen in Betrieb befindlichen WEA nehmen WEA mit Abschaltzeiten der gleichen Studie zufolge zum Umfragezeitpunkt nur einen Anteil von ca. 25 % ein.

Da die Betriebsregulierung von WEA in Zeiten hoher Fledermausaktivität die bislang einzige wirksame Vermeidungsmaßnahme für die stark kollisionsgefährdete Artengruppe Fledermäuse darstellt, ist der bundesweit stark variierende Umgang mit dieser Maßnahme ein Zustand, der dringend der Veränderung bedarf. Für Fledermäuse wurde diesbezüglich eine rechtliche Grundlage im § 6 WindBG geschaffen, denn „Geeignete Minderungsmaßnahmen zum Schutz von Fledermäusen hat die Behörde insbesondere in Form einer Abregelung der Windenergieanlage anzuordnen“. Im Leitfaden des BMWK/BMUV (BMWK/BMUV 2023) wurde dies konkretisiert: „Minderungsmaßnahmen für Fledermäuse in Form von Abregelungen hat die Genehmigungsbehörde nach § 6 Absatz 1 Satz 4 WindBG auch dann anzuordnen, wenn keine Daten über ihr Vorkommen vorhanden sind. Ohne vorhandene Daten können nur Maßnahmen zur Minderung des Kollisionsrisikos für Fledermäuse angeordnet werden.“

Ist im Vorfeld keine Höherefassung möglich, muss ab Inbetriebnahme eine „worst-case“-Abschaltung angeordnet werden, da im Vorfeld keine hinreichende Sachverhaltsermittlung möglich ist. Dies ist von noch größerer Relevanz bei ohnehin unzureichend erfassbaren Risiken an WEA der neuen Generation. Hier ist eine generelle „worst-case“-Abschaltung bei sehr hohen WEA, Rotoren über 90 m und ebenso bei WEA mit geringem unteren Rotordurchgang angezeigt, die von einem freiwilligen Gondelmonitoring flankiert werden kann (vgl. Kap 5.7.1).

Ein Schwellenwert für den Abschaltalgorithmus sollte in allen Leitfäden aufgenommen werden und unter 2 Schlagopfer je Anlage und Jahr betragen. Unter den Ländern mit sehr hohen dokumentierten Schlagopfer-Zahlen hat nur Brandenburg im Leitfaden bisher einen Schwellenwert festgelegt. Für Niedersachsen, Sachsen und Sachsen-Anhalt steht dies aus. Dies stellt eine Maßnahme dar, die anlagetypunabhängig zum Schutz der Fledermäuse dienen kann.

Die Festlegung von Mindestabständen der WEA zu Quartieren und Jagdhabitaten für als kollisionsgefährdet eingestufte Arten ist für die Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg und Niedersachsen sowie Rheinland-Pfalz umzusetzen. Für das Bundesland Sachsen ist eine Festlegung von prüfungsrelevanten und kollisionsgefährdete Fledermausarten in Leitfäden mit der Festlegung von Mindestabständen von WEA zu Quartieren und ggf. Jagd- und Zugkorridoren für diese Arten vorzunehmen. Dadurch wird der Fledermausschutz für alle Anlagentypen erhöht.

Bei einer vorgegebenen Schlagopfersuche sollte sich der Mindestsuchradius nicht nur anhand der Nabenhöhe orientieren (z. B. in Sachsen-Anhalt), sondern auch aufgrund der Entwicklung zu größeren Rotoren die Rotorlänge berücksichtigen. Dadurch soll bei Anlagen mit großen Rotoren eine bessere Abschätzung des Fledermausschlages erreicht werden.

5.7.2.2 Artbezogene Aussagen

Neben den o. g. artübergreifenden Erfordernissen ergibt sich aus der naturschutzfachlichen Bewertung der betrachteten WEA neuer Generation in Kap. 5.5 sowie aus dem in Kap. 5.7.1 abgeleiteten Handlungsbedarf für die einzelnen WEA-Typen auch Handlungsbedarf zur Berücksichtigung von einzelnen Arten in den Windkraft-Leitfäden:

Strukturungebundene hochfliegende und wandernden Arten (Abendsegler, Kleinabendsegler, Zweifarb- und Rauhauffledermaus)

Für alle Arten ist eine hohe Kollisionsgefahr an herkömmlichen WEA belegt. An hohen WEA tritt keine Risikoverringerung ein und hinsichtlich einer nicht auszuschließenden Gefährdungserhöhung besteht aufgrund unzureichender Basisdaten Prognoseunsicherheit. An WEA mit geringem unteren Rotordurchgang besteht ebenfalls hohes Risiko, da der zur Jagd genutzte breite Höhenbereich größtenteils vom Rotor durchstrichen wird. Werden bei beiden Anlagentypen Konfigurationen mit großen Rotoren genutzt, erhöht sich das Kollisionsrisiko nochmals.

In Bundesländern mit besonders hohen Schlagzahlen von Abendsegler und Kleinabendsegler (mind. Sachsen und Sachsen-Anhalt) sollte ein Schwellenwert von max. 1 Schlagopfer je Anlage und Jahr festgelegt werden.

Alle Bundesländer, mit Ausnahme Brandenburgs, legen als Abschaltwindgeschwindigkeit $< 6 \text{ m/s}$ oder höher fest. Brandenburg meldet die mit Abstand meisten Totfunde an WEA und weist gleichzeitig bei einer Windgeschwindigkeit in Gondelhöhe von $< 5 \text{ m/s}$ den geringsten Wert zur Abschaltung aus. Hier sollte eine Anpassung und Anhebung des Wertes zur Abschaltung der Anlagen bei Windgeschwindigkeiten von $< 6 \text{ m/s}$ oder $< 6,5 \text{ m/s}$

erfolgen.

Aufgrund des großen Aktionsradius wird ein Mindestabstand von WEA zu Quartieren der genannten Arten von 1.000 m (oder mehr) in allen Bundesländern empfohlen.

In Bundesländern mit starkem Vorkommen ziehender Rauhaufledermäuse (Brandenburg, Niedersachsen, Sachsen und Sachsen-Anhalt) ist eine Anpassung des Schwellenwertes der Abschaltung nach dem Vorbild des Saarländischen Leitfadens bei Windgeschwindigkeiten $< 7 \text{ m/s}$ beim Auftreten der Art im Gebiet zur Verringerung des Kollisionsrisikos angezeigt.

Überwiegend strukturungebundene, jedoch auch strukturnah jagende nicht fernwandernde Arten (Zwerg-, Mücken-, Breitflügel- und Nordfledermaus)

Die Situation für Zwerg- und Mückenfledermaus sowie Breitflügel- und Nordfledermaus ist ähnlich wie für strukturungebundene Arten beschrieben, jedoch sind die Flughöhen nach oben hin (nach gegenwärtigem Kenntnisstand) begrenzt, so dass an sehr hohen WEA gegenüber herkömmlichen WEA über die bereits hohe Gefährdung hinaus keine Risikoerhöhung stattfindet. Allerdings ist unklar, inwieweit auch hohe Anlagen bis in kollisionsgefährliche oder mit dem Risiko eines Barotraumas verbundene Höhen in Erkundungsverhalten einbezogen werden. An WEA mit geringem unteren Rotordurchgang besteht ebenfalls ein hohes Risiko, da der zur Jagd genutzte breite Höhenbereich größtenteils vom Rotor durchstrichen wird. Werden bei beiden Anlagentypen Konfigurationen mit großen Rotoren genutzt, erhöht sich das Kollisionsrisiko nochmals. Auch an KWEA besteht eine Risikoexposition.

Die Kriterien zur generellen Berücksichtigung einer strukturellen Standortwahl von WEA (200 m Entfernung zu Gehölzstrukturen, Wäldern und Gewässern) kommen auch den hier genannten, sowohl in der Höhe als auch in tieferen Schichten und auch im Umfeld von (nahrungsreichen) Strukturen jagenden, Fledermausarten zugute und sollten auch im Hinblick auf WEA neuer Generation in allen Leitfäden festgeschrieben werden.

Für Mückenfledermaus und Zwergfledermaus besteht ein Gefährdungspotenzial durch KWEA sowohl im Offenland als auch im Siedlungsbereich. Die Anpassung der Leitfäden unter Einbezug von Kriterien für KWEA könnte hier Abhilfe schaffen.

Von der Nordfledermaus sind in Deutschland bisher nur wenige Schlagopfer bekannt, da die von ihr besiedelten Regionen bisher nicht verstärkt im Fokus der Windenergienutzung standen. Findet in Zukunft ein verstärkter Zubau von WEA in Mittelgebirgsregionen und somit im primären Lebensraum der Nordfledermaus in Deutschland statt, ist mit einer Erhöhung der Schlagopferzahlen zu rechnen, vermutlich unabhängig von den eingesetzten WEA-Typen. Für die Art sind daher in den Regionen, in denen sie vorkommt, rechtzeitig Mindestabstände zu Quartieren festzulegen (s. o.).

Aufgrund des meist großen Aktionsradius wird ein Mindestabstand von WEA zu Quartieren aller hier genannten Arten von 1.000 m (oder mehr) in allen Bundesländern empfohlen.

Strukturenbundene Arten (hier: *Myotis*-Arten, Mopsfledermaus)

Die drei *Myotis*-Arten Teichfledermaus, Brandtfledermaus und Bartfledermaus werden nur in einzelnen Leitfäden der Bundesländer als kollisionsgefährdet eingestuft und explizit mit Mindestabständen von WEA zu Quartieren und Jagdhabitaten berücksichtigt. Die Teichfledermaus findet in Sachsen-Anhalt dabei nur bei lokalen Vorkommen/Verbreitung Beachtung. Aufgrund ihrer Bindung zu Wald und Gewässern und den geringen Flughöhen ist eine Beeinträchtigung der Arten durch WEA an vielen Standorten nicht gegeben. Die bisher verzeichneten Todesopfer an WEA bestätigen dies. Die Mopsfledermaus als typische Waldart mit geringer Flughöhe ist ebenfalls nur in einigen Leitfäden berücksichtigt, vorrangig in Bundesländern mit verstärktem Ausbau von Windkraft im Wald.

Eine erhöhte Betroffenheit für strukturgebundene, vegetationsnah fliegende Arten entsteht v. a. an WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf über Boden bzw. der Waldoberkante, an strukturnahen WEA-Standorten und an KWEA. Aufgrund der geringen Schlagzahlen ist eine Anpassung der bestehenden Leitfäden nicht erforderlich.

Die Kriterien zur generellen Berücksichtigung strukturgebundener Arten (Abstand untere Rotor spitze zur Vegetation von mindestens 50 m, strukturfremde platzierte WEA) sollten jedoch in allen Leitfäden festgeschrieben werden.

5.7.3 Forschungsbedarf

Der aus den Erkenntnissen in den voranstehenden Kapiteln abgeleitete Forschungsbedarf lässt sich im Wesentlichen auf einige Schwerpunkte eingrenzen (Tab. 25):

Tab. 25: Forschungsthemen zur Gefährdung von Fledermäusen an WEA der neuen Generation (Stand: 07/2022).

Kenntnislücken zur Ökologie Veranlassung: • bessere Beschreibung der konkreten Gefährdungssituation auch WEA-Typ-spezifisch • Grundlagenermittlung für gezielten Ansatz von Vermeidungsmaßnahmen Themen: • Fokus auf Flughöhen (Zug, Transfer), Einfluss von Wetterparametern auf die Flughöhe • ortungsfreier Flug (Zug, Transfer) • räumliche Zugmuster und Verdichtungen • Attraktivität von WEA (Orientierung, Erkundung) • Annäherung an den Rotoraußenbereich • Annäherung an WEA an Waldstandorten • Ermittlung von räumlich-zeitlichen Zugmustern anhand von Bestandsdaten (hierzu liegen sehr viele Daten aus Gondelmonitorings bundesweit vor, die in einem integrativen Ansatz zusammengezogen zielorientiert ausgewertet werden könnten)
Möglichkeiten der Erfassung von Fledermäusen in großen Höhen und großen Rotorradien Veranlassung: • Fledermäuse sind kleine, mit jeder Methode nur in begrenzter Entfernung detektierbare Objekte • Methoden der Erfassbarkeit in den Dimensionen der WEA neuer Generation (v. a. hohe WEA, WEA mit großen Rotoren) existieren nicht Themen: • Prüfung alternativer Erfassungsdesigns für akustische Erfassungen an WEA neuer Generation (Mastmikrofon, alternative Mikrofonarrays im Rotoraußenbereich, etc.)

- Prüfung alternativer Erfassungsmethoden an WEA neuer Generation (optische Methoden wie Kameras, Wärmebild, Radar etc.)
- Ziel: Übertragbarkeit auf den Gesamtrotor, Definition und Erfassung angemessener Stichproben

Experimentelle Risikoermittlung für WEA neuer Generation

Veranlassung:

- Quantifizierung von Kollisionsrisiken für verschiedene Rotorgrößen und -höhen

Themen:

- Herkömmliche Erfassung (Schlagopfersuche) bzw. Prüfung alternativer Untersuchungsdesigns (Kameras wie z. B. B-Finder, Radar)
- dabei Standortauswahl für alternative Untersuchungsdesigns an Bestandsanlagen in einem Gebiet mit hohem Kollisionsrisiko oder an exponierten WEA, wo Beobachtungen von Schlagereignissen möglich sind

Wirksame Vermeidungsmaßnahmen

- Validierung der Ergebnisse der für Vermeidungsmaßnahmen grundlegenden Ergebnisse der RENEBA-T-Projekte an WEA neuer Generation
- Validierung von Wirksamkeit und Kosten/Nutzen-Verhältnis der „worst-case“-Abschaltung vs. der mittels begleitendem Gondelmonitoring angepassten Abschaltung anhand von Bestandsdaten; es liegen sehr viele Daten aus Gondelmonitorings bundesweit vor, die in einem integrativen Ansatz zusammengezogen zielorientiert ausgewertet werden könnten
- Regionale Validierung von „worst-case“-Abschaltungsalgorithmen (cut-in, Zeiträume) anhand von Bestandsdaten
- Prüfung der Erreichbarkeit einer Verbindlichkeit von „worst-case“-Abschaltung (in der jeweils aktuellen Spezifikation des worst case) als „TA BatProtection“ mindestens für hohe WEA und WEA mit geringem unteren Rotordurchgang oder generell für alle WEA-Typen, welche grundsätzlich als planungs- und betriebsverbindliche Umweltnorm analog zu anderen Umweltnormen festgeschrieben und regelmäßig überprüft und ggf. angepasst werden könnte, dazu ggf. Rechtsgutachten einholen

6 Literaturverzeichnis

- Ahlén, I. (2002): Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraft-verk. Fauna och flora 97(3): 14-21.
- Ahlén, I., Bach, L., Baagøe, H. J. & Pettersson, J. (2007): Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Stockholm (Report).
- Alder, H. (2017): Langzeit-Monitoring an einer Kleinwindanlage mittels Wärmebild-Kameras und Chancen für die Risiko-Einschätzung. Abstract. Nationale Tagung Fledermausschutz und Fledermausforschung 2017 am 02.12.2017 in Bern. 10 S.
- Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz in Hessen (2010): Fachlicher Untersuchungsrahmen zur Erfassung der Fledermausfauna für die naturschutzrechtliche Beurteilung von geplanten Windkraftanlagen.
- Arnett, E. B. & Baerwald, E. F. (2013): Impacts of Wind Energy Development on Bats: Implications for Conservation. In: Adams, R. A. & Pedersen S. C. (Hrsg.): Bat Evolution, Ecology, and Conservation. Springer. New York. 435-456.
- Bach, L. (2001): Fledermäuse und Windenergienutzung – reale Problematik oder Einbildung? Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 33: 119-124.
- Bach, L. & Rahmel, U. (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktabschätzung, Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 7.
- Bach, P., Bach, L. & Kesel, R. (2020): 4. Akustische Aktivität und Schlagopfer der Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) an Windenergieanlagen im nordwestdeutschen Küstenraum. – In: Voigt, C. C. (Hrsg.): Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61454-9_4: 77-100.
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2016): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergieerlass). München.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2017a): Arbeitshilfe Fledermausschutz und Windkraft Teil 1: Fragen und Antworten.
- Behr, O., Brinkmann, R., Korner-Nievergelt, F., Nagy, M., Niemann, I., Reich, M. & Simon, R. (Hrsg.) (2015): Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). - Umwelt und Raum Bd. 7, 368 S., Institut für Umweltplanung, Hannover.
- Behr, O., Brinkmann, R., Hochradel, K., Mages, J., Korner-Nievergelt, F., Reinhard, H., Simon, R., Stiller, F., Weber, N. & Nagy, M., (2018): Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis (RENEBAT III) - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E). Erlangen / Freiburg / Ettiswil. 416 S.
- Bernotat, D. & Dierschke, V. (2016): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen. Stand 20.09.2016. Fassung 3. Bonn. http://www.gavia-ecoresearch.de/ref/pdf/Bernotat_Dierschke_2016.pdf (letzter Aufruf 27.10.2020).
- 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. https://www.natur-und-erneuerbare.de/fileadmin/Daten/Download_Dokumente/MGI/MGI_II_8_Fledermäuse_WEA.pdf.

- Bernotat, D., Rogahn, S., Rickert, C., Follner, K. & Schönhofer, C. (2018): BfN-Arbeitshilfe zur arten- und gebietsschutzrechtlichen Prüfung bei Freileitungsvorhaben. BfN-Skripten 512.
- BfN (2021a): Vögel und Windenergienutzung: Best Practice-Beispiele und planerische Ansätze zur Konfliktlösung – FKZ 3519 86 1000. Bundesamt für Naturschutz. <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/voegel-und-windenergienutzung/> (letzter Aufruf 26.10.2021).
- BfN (2021b): Wirksamkeit von Lenkungsmaßnahmen für den Rotmilan – Durchführung von Feldversuchen zur Prüfung der Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen zur Reduzierung des Tötungsrisikos bei Windkraftanlagen – FKZ 3517 86 0200. Bundesamt für Naturschutz. <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/wirksamkeit-von-lenkungsmassnahmen-fuer-den-rotmilan/> (letzter Aufruf 26.10.2021).
- BfN & KNE (2020): Methodenvorschlag des Bundes zur Prüfung und Bewertung eines signifikant erhöhten Tötungsrisikos von Vögeln an WEA. Bundesamt für Naturschutz und Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende. Unveröffentlicht.
- BMWK [Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz] & BMUV [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz] (2023): Vollzugsempfehlung zu § 6 Windenergieflächenbedarfsgesetz. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/V/vollzugsleitfaden-6-windbg.pdf?__blob=publicationFile&v=2. (letzter Aufruf 29.10.2023)
- BDEW (2020): Windenergiestandorte erhalten – Repowering ermöglichen (Positionspapier). Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft. Berlin.
- Biehl, J., Bulling, L., Gartman, V., Weber, J., Dahmen, M., Geißler, G. & Köppel, J. (2017): Vermeidungsmaßnahmen bei Planung, Bau und Betrieb von Windenergieanlagen. Synopse. Naturschutz und Landschaftsplanung 49 (2): 63-72.
- Braun, M. & Dieterlen, F. (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs Band 1: Allgemeiner Teil. Fledermäuse (Chiroptera) (Grundlagenwerke), Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 687 S.
- Brinkmann, R., Schauer-Weissahn, H. & Bontadina, F. (2006a): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg, Endbericht des Forschungsvorhaben im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg, 63. S, Freiburg.
- Brinkmann, R., Mayer, K., Kretzschmar, F. & v. Witzleben, J. (2006b): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse, - Ergebnisse aus dem Regierungsbezirk Freiburg mit einer Handlungsempfehlung für die Praxis. Broschüre, herausgegeben vom Regierungspräsidium Freiburg, 20 S.
- Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich (Hrsg.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT I). Schriftenreihe Institut für Umweltplanung Leibniz Universität Hannover. - Umwelt und Raum Bd. 4, 177-286, Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Bruderer, B. & Popa-Lisseanu, A. G. (2005): Radar data on wing-beat frequencies and flight speeds of two bat species. Acta Chiropterologica 7(1): 73-82.
- Budenz, T.; Gessner, B.; Lüttmann, J.; Molitor, F.; Servatius, K. & Veith, M. (2017): Up and down: B. barbastellus explore lattice towers. Hystrix 28(2): 272-276.
- Bulling, L., Sudhaus, D., Schnittker, D., Schuster, E., Biehl, J. & Tucci, F. (2015): Vermeidungsmaßnahmen bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen – Bundesweiter Katalog von Maßnahmen zur Verhinderung des Eintritts von artenschutzrechtlichen Verbotstatbeständen nach § 44 BNatSchG. TU Berlin; FA Wind & WWU. Münster.

- Cordes, B. (2004): Kleine Bartfledermaus - *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817). In: Meschede, A. & Rudolph, B.-U. (Hrsg.): Fledermäuse in Bayern. Stuttgart (Ulmer-Verlag): 155-165.
- 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 WTs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(42): 15126-15131.
- Davidson-Watts, I. & Jones, G. (2006): Differences in foraging behaviour between *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) and *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825). *Journal of Zoology*, 268: 55–62. doi: 10.1111/j.1469-7998.2005.00016.x.
- Deutsche WindGuard (2013): Status des Windenergieausbaus in Deutschland – Jahr 2012. https://www.windguard.de/jahr-2012.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/wind-energiestatistik/2012/Status%20des%20Windenergieausbaus%20in%20Deutschland%2C%20Gesamtjahr%202012.pdf (letzter Aufruf: 22.10.2021).
- Deutsche WindGuard (2021): Status des Windenergieausbaus in Deutschland – Halbjahr 2021. https://www.windguard.de/id-1-halbjahr-2021.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/windenergiestatistik/2021/Halbjahr/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land%20-%20Halbjahr%202021.pdf (letzter Aufruf: 22.10.2021).
- Dietz, C., Helversen, O. v. & Nill, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Kosmos-Verlag, Stuttgart.
- Dietz, C. & Kiefer, A. (2014): Die Fledermäuse Europas. Kennen, Bestimmen, Schützen. 400 Seiten; Kosmos Verlag, Stuttgart.
- Dürr, T. (2003): Windenergieanlagen und Fledermausschutz in Brandenburg – Erfahrungen aus Brandenburg mit Einblick in die bundesweite Fundkartei von Windkraftopfern. In: Kommen die Vögel und Fledermäuse unter die (Wind)räder? Dresden, 17.-18.11.2003.
- Dürr, T. (2007): Die bundesweite Kartei zur Dokumentation von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen – ein Rückblick auf 5 Jahre Datenerfassung. *Nyctalus* 12 (2-3): 108-114.
- Dürr, T. (2019): Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland – Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg, aufgearbeiteter Teildatensatz für Brandenburg mit Metadaten, Stand: 2019.
- Dürr, T. (2021a): Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Deutschland - Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg, Stand: 25.06.2021.
- Dürr, T. (2021b): Fledermausverluste an Windenergieanlagen in Europa - Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg, Stand: 25.06.2021.
- Dürr, T. & Bach, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beitr. Naturkunde Naturschutz* 7: 253–263
- Erickson, W. P., Johnson, G. D., Young, D. P., Strickland, M. D., Good, R. E., Bourassa, M., Bay, K. & Sernka, K. (2002): Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use – Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments. Final. Hg. v. Western EcoSystems Technology Inc. Cheyenne, WY. Cheyenne.
- FA Wind (2016): Nachträgliche Anpassung immissionsschutzrechtlicher Genehmigungen aufgrund artenschutzrechtlicher Belange. Fachagentur Windenergie an Land. Berlin.
- FA Wind (2017): Windenergie und Gebietsschutz. Fachagentur Windenergie an Land. Berlin.

- FA Wind (2020a): Ausbausituation der Windenergie an Land im Herbst 2020 – Auswertung windenergiespezifischer Daten im Marktstammdatenregister für den Zeitraum Januar bis September 2020. Fachagentur Windenergie an Land. Berlin.
- FA Wind (2020b): Entwicklung der Windenergie im Wald – Ausbau, planerische Vorgaben und Empfehlungen für Windenergiestandorte auf Waldflächen in den Bundesländern. 5. Auflage. Fachagentur Windenergie an Land. Berlin.
- FA Wind (2020c): Dokumentation des 6. Runden Tisches Artenschutz und Vermeidungsmaßnahmen. Kassel, 5. Februar 2020. Fachagentur Windenergie an Land. Berlin.
- FA Wind (2021a): Dokumentation des 7. Runden Tisches Artenschutz und Vermeidungsmaßnahmen Online, 10. März 2021. Fachagentur Windenergie an Land. Berlin.
- FA Wind (2023): Überblick – Umsetzung der Flächenbeitragswerte aus dem Windenergieflächenbedarfsgesetz (WindBG) in den Bundesländern. Stand: 25. April 2023. Fachagentur Windenergie an Land. Berlin.
- Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Abteilung Naturschutz (2014): Hinweise zum Artenschutz in der Bauleitplanung und der baurechtlichen Zulassung. Hamburg.
- Fritze, M., Lehnert, L., Heim, O., Lindecke, O., Roeleke, M. & Voigt, C. C. (2019): Fledermausschutz im Schatten der Windenergie. Naturschutz und Landschaftsplanung 51(1): 20-27.
- Gebhard, J. & Bogdanowicz, W. (2004): *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) – Großer Abendsegler. – In: Niethammer, J. & F. Krapp (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Euro-pas. Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera II. Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae. Aula-Verlag. Wiebelsheim: 608-694.
- Gerell, R. & Rydell, J. (2001): *Eptesicus nilssonii* (Keyserling et Blasius, 1839) – Nordfledermaus. – In: Niethammer, J. & F. Krapp (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4: Fledertiere. Teil I: Chiroptera I. Rhinolophidae, Vespertilionidae 1. Aula-Verlag. Wiebelsheim: 661-681.
- Gilsdorf, J. M., Hygnstrom, S. E. & Vercauteren, K. C. (2002): Use of frightening devices in wildlife damage management. Integrated Pest Management Reviews 7: 29-45.
- Göttsche, M. & Göbel, H. (2007): Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) als Kollisionsopfer an einer Windenergieanlage. Nyctalus 12 (2-3): 277-281.
- Gorresen, P. M., Cryan, P. M., Huso, M. M., Hein, C. D., Schirmacher, M. R., Johnson, J. A., Montoya-Aiona, K. M., Brinck, K. W. & Bonaccorso F. J. (2015): Behavior of the hawaiian hoary bat (*Lasiurus cinereus semotus*) at wind turbines and its distribution across the north KO`OLAUA mountains, O`AHU, Technical Report HCSU-064.
- Gorresen, P. M., Cryan, P. M., Montoya-Aiona, K., & Bonaccorso, F. J. (2017). Do you hear what I see? Vocalization relative to visual detection rates of Hawaiian hoary bats (*Lasiurus cinereus semotus*). Ecology and Evolution 7(17): 6669-6679.
- Hartmann, S. A., Hochradel, K., Greule, S., Günther, F., Luedtke, B., Schauer-Weissahn, H. & Brinkmann, R. (2021): Collision risk of bats with small wind turbines: Worst-case scenarios near roosts, commuting and hunting structures. PLoS ONE 16(6): e0253782. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253782>.
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Abteilung Forsten und Naturschutz (2012): Leitfaden Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei der Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) in Hessen. Wiesbaden.

- Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMuKLV) (2021): Gemeinsamer Runderlass des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen; Verwaltungsvorschrift „Naturschutz/Windenergie“.
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2014): Konkretisierung der hessischen Schutzanforderungen für die Mopsfledermaus *Barbastella barbastellus* bei Windenergie-Planungen unter besonderer Berücksichtigung der hessischen Vorkommen der Art, Wiesbaden.
- Hötter, H., Thomsen, K.-M. & Köster, H. (2005): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse. BfN-Skripten 142, 80 S.
- Hutterer, R. (2005): Bat migrations in Europe: a review of banding data and literature. Vol. 28. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany.
- Hurst, J., Biedermann, M., Dietz, C., Dietz, M., Karst, I., Krannich, E., Petermann, R., Schorcht, W. & Brinkmann, R. (2016a): Studien-Steckbrief „Untersuchungen und Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen von Windenergieanlagen im Wald“. Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende.
- Hurst, J., Biedermann, M., Dietz, C., Dietz, M., Karst, I., Krannich, E., Petermann, R., Schorcht, W. & Brinkmann, R. (2016b): Fledermäuse und Windkraft im Wald. Naturschutz und Biologische Vielfalt 153: 400. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Hurst, J., Biedermann, M., Dietz, C., Dietz, M., Karst, I., Krannich, E., Petermann, R., Schorcht, W. & Brinkmann, R. (2016c): Aus dem online veröffentlichten Anhang zu „Fledermäuse und Windkraft im Wald: Überblick über die Ergebnisse des Forschungsvorhabens“. - In: Hurst, J., Biedermann, M., Dietz, C., Dietz, M., Karst, I., Krannich, E., Petermann, R., Schorcht, W. & Brinkmann, R. (Hrsg.): Fledermäuse und Windkraft im Wald. – Bonn-Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz): 17-66. www.frinat.de. Abgerufen am 26.10.2020.
- Hurst, J., Biedermann, M., Dietz, C., Dietz, M., Reers, H., Karst, I., Petermann, R., Schorcht, W. & Brinkmann, R.: Windkraft im Wald und Fledermausschutz – Überblick über den Kenntnisstand und geeignete Erfassungsmethoden und Maßnahmen. In: Voigt, C. C. (Hrsg.) (2020): Evidenzbasierter Fledermausschutz bei Windkraftvorhaben: 29-54.
- Jong, J. de (1994): Habitat use, home-range and activity pattern of the northern bat, *Eptesicus nilssonii*, in a hemiboreal coniferous forest. Mammalia 58: 535-548.
- KNE (2021; fortlaufende Aktualisierung): Länderhandreichungen zu Arten- und Naturschutz und Windenergie an Land. Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende. https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE-Uebersicht_Artenschutz-Leitfaeden_Windenergie_Laender_Status_20210316.pdf (letzter Aufruf 26.10.2021)
- Korner-Nievergelt, F., Behr, O., Niermann, I. & Brinkmann, R. (2011): Schätzung der Zahl verunglückter Fledermäuse an Windenergieanlagen mittels akustischer Aktivitätsmessungen und modifizierter N-mixture Modelle. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. - Göttingen (Cuvellier-Verlag): 323-353.
- Kuhring, K. & Meyer, F. (2018): Reproduktion der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) außerhalb der Harzer Population in Sachsen-Anhalt. Nyctalus 19(1): 86-89.

- Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (2008): Empfehlungen zur Berücksichtigung tierökologischer Belange bei Windenergieplanungen in Schleswig-Holstein. Flintbek.
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2010): Leitfaden Artenschutz in Mecklenburg-Vorpommern Hauptmodul Planfeststellung/Genehmigung. Schwerin.
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2016): Artenschutzrechtliche Arbeits- und Beurteilungshilfe für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen (AAB-WEA), Teil Fledermäuse, Schwerin.
- Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (2015): Leitfaden – Hinweise zur artenschutzfachlichen Beurteilung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA).
- Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (2018): Arbeitshilfe Mopsfledermaus – Untersuchungs- und Bewertungsrahmen für die Genehmigung von Windenergieanlagen. Mainz.
- Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (2015): Leitfaden – Hinweise zur artenschutzfachlichen Beurteilung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA). 12. Mainz.
- Landratsamt Mittelsachsen (2018): Leitfaden Windenergie und Artenschutz im Landkreis Mittelsachsen, Anlage 2: Erfassungsrahmen für fledermauskundliche Untersuchungen im Rahmen von Zulassungsanträgen auf Errichtung und Betrieb sowie Repowering von WEA im Landkreis Mittelsachsen. Freiberg.
- LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2022): Fachbeitrag Artenschutz für die Regionalplanung Windenergie). 31 S.
- LUWG Rheinland-Pfalz (Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz) (2015): Leitfaden - Hinweise zur artenschutzfachlichen Beurteilung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA). 12. Mainz.
- Mammen, K.; Cebulla, T.; Henrichmann, C. & Hüpkes, M. (2018): Spalten-Großraumquartiere – ein erfolgreicher Ansatz zur Kompensation von Quartierverlusten. Abstractband zur Tagung "Evidenzbasierter Fledermausschutz: Was funktioniert wie, wo und warum, und welche Wissenslücken bestehen?" Berlin 17.-18.03.2018. S. 58.
- Martin, C. M., Arnett, E. B., Stevens, R. D. & Wallace, M. C. (2017): Reducing bat fatalities at wind facilities while improving the economic efficiency of operational mitigation. *Journal of Mammalogy* 98(2): 378-385.
- Markovets, M. J., Zelenova, N.P. & Shapoval, A. P. (2004): Beringung von Fledermäusen in der Biologischen Station Rybachy, 1957-2001. *Nyctalus* 9(3): 259-268.
- Meschede, A. & Heller, K.-G. (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. - Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 66, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Bad Godesberg.
- Meschede, A., Schorcht, W., Karst, I., Biedermann, M., Fuchs, D. & Bontadina, F. (2017): Wanderrouden der Fledermäuse. *BfN-Skripten* 453: 82-152.
- Minderman, 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.
- Minderman, 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. *Biodiversity and Conservation* 24: 467-482.

- Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume & Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (2017): Integration artenschutzrechtlicher Vorgaben in Windkraftgenehmigungen nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG). Kiel.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2013): Leitfaden „Wirksamkeit von Artenschutzmaßnahmen“ für die Berücksichtigung artenschutzrechtlich erforderlicher Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen. Forschungsprojekt des MKULNV Nordrhein-Westfalen (Az.: III-4 - 615.17.03.09). Bearb. FÖA Landschaftsplanung GmbH (Trier): J. Bettendorf, R. Heuser, U. Jahns-Lüttmann, M. Klußmann, J. Lüttmann, Bosch & Partner GmbH: L. Vaut, Kieler Institut für Landschaftsökologie: R. Wittenberg. Düsseldorf (Schlussbericht).
- Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft Brandenburg (2018): Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg (TAK). Potsdam.
- Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Land Brandenburg (2014): Leitfaden des Landes Brandenburg für Planung, Genehmigung und Betrieb von Windkraftanlagen im Wald – unter besonderer Berücksichtigung des Brandschutzes. Potsdam.
- Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (2011): Beachtung naturschutzfachlicher Belange bei der Ausweisung von Windeignungsgebieten und bei der Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergieerlass), Potsdam.
- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz & Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2017): Leitfaden „Umsetzung des Arten- und Habitatschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Nordrhein-Westfalen“. Düsseldorf.
- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt (2018): Leitfaden Artenschutz an Windenergieanlagen in Sachsen-Anhalt. Magdeburg.
- 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. Saarbrücken.
- Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung, Ministerium der Finanzen, des Ministeriums 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). Mainz.
- Moyle, A. (2016): The Impacts of Small and Medium Wind Turbines on Bats. Doctor of Philosophy in Biological Sciences: 341. University of Exeter.
- Müller, J. (2014): Fledermäuse im Wald – Neue Gefahren durch Windkraft. – Anliegen Natur 36(1): 36-38.
- Nagy, M., Almasi, B., Behr, O., Ohlendorf, N., Schneider, A., Stiller, F. & Korner-Nievergelt F. (2018): Der Effekt der Eigenschaften von Windenergieanlagen auf das Kollisionsrisiko von Fledermäusen. In: Behr, O., Brinkmann, R., Hochradel, K., Hurst, J., Mages, J., Korner-Nievergelt, F., Reers, H., Simon, R., Stiller, F., Weber, N. & Nagy, M. (Hrsg): Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E). Freiburg, Erlangen, Ettiswil, 416 S.

- Nicholls, B. & Racey, P.A. (2007): Bats Avoid Radar Installations – Could Electromagnetic Fields Deter Bats from Colliding with Wind Turbines?. PLoS ONE 2 (3), e297 EP. Doi: 10.1371/journal.pone. 0000297.
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2016): Leitfaden Umsetzung des Artenschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Niedersachsen. Hannover.
- Niermann, I., Brinkmann, R., Korner-Nievergelt, F. & Behr O. (2011): Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In: Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann, M. Reich (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 177-286, Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Niermann, I., Behr, O., Brinkmann, R., Korner-Nievergelt, F., Simon, R. & Reich, M. (2015). Kollisionsofersuche als Grundlage zur Überprüfung der Wirksamkeit von Abschaltalgorithmen. - In: Behr, O., Brinkmann, R., Korner-Nievergelt, F., Nagy, M., Niermann, I., Reich, M. & Simon, R. (Hrsg.): Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). - Umwelt und Raum Bd. 7, 165-204, Institut für Umweltplanung, Hannover.
- Ohlendorf, B., Hecht, B., Stassburg, D., Theiler, A. & Agrirre-Mendi, P. T. (2001): Bedeutende Migrationsleistung eines markierten Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*): Deutschland – Spanien – Deutschland. *Nyctalus* 8(1): 60-64.
- Ohlendorf, B., Hecht, B., Leupold, D., Busse, P., Leuthold, E., Bäcker, A. & Kahl, M. (2002): Zum Vorkommen der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Sachsen-Anhalt. *Nyctalus* 8(3): 211-222.
- Ohlendorf, B. & Kuhring, K. (2016): Erste Ergebnisse der Projekte „Monitoring Fledermauszug Deutschland“ und „Fledermauszug: Funk-Fern-Telemetrie mit Funkamateuren“. *Nyctalus* 18(3-4): 368-383.
- O'Mara, M. T., Wikelski, M., Kranstauber, B. & Dechmann, D. K. N. (2019a) Common noctules exploit low levels of the aerosphere. *Royal Society Open Science* 6 (2), 181942 (2019).
- O'Mara, M. T., Wikelski, M., Kranstauber, B. & Dechmann, D. K. N. (2019b): First three-dimensional tracks of bat migration reveal large amounts of individual behavioral flexibility. *Ecology* 100 (9).
- O'Shea, T., Cryan, P. M., Hayman, D. T. S., Plowright, R. K. & Streicker, D. G. (2016): Multiple mortality events in bats: a global review. *Mammal review* 46 (3): 175-190.
- Petersons, G. (2004): Seasonal migrations of north-eastern populations of *Nathusius' bat Pipistrellus nathusii* (Chiroptera). *Myotis* 41-42: 29-56.
- ProBat (2022): ProBat (Version 7.1a) [Browser basierte App]. <https://oekofoor.shinyapps.io/probat7/> (letzter Aufruf 30.03.2022)
- Reers, H., Hartmann, S., Hurst, J. & Brinkmann, R. (2017): Bat Activity at Nacelle Height Over Forest. In: Köppel (Hrsg.) (2017): Wind Energy and Wildlife Interactions, Presentations from the CWW2015 Conference, Springer: 79-98.
- Reinhard, H. & Günther, A. (2013): Kleinwindenergieanlagen und Fledermäuse – Gefahrenabschätzung und artenschutzrechtliche Aspekte. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 45: 53-59.

- Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Karapandža, B., Kovač, D., Kervyn, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., Harbusch, C., Park, K., Micevski, B. & Mindermann, J. (2016): Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten – EUROBATS Publication Series No. 6 (deutsche Ausgabe) 146 S., Bonn.
- 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.
- Roeleke, M., Teige, T., Hoffmeister, U., Klingler, F. & Voigt C. C. (2018): Aerial-hawking bats adjust their use of space to the lunar cycle, *Movement Ecology* 6: 11.
- Roemer, C., Disca, T., Coulon, A. & Bas, Y. (2017). Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. *Biological conservation* 215: 116-122.
- Runge, H., Simon, M. & Widdig, T. (2010): Rahmenbedingungen für die Wirksamkeit von Maßnahmen des Artenschutzes bei Infrastrukturvorhaben. Hannover/Marburg.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2008): Naturschutz und Landschaftspflege – Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. Dresden.
- Sächsisches Staatsministerium des Innern & Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2011): Gemeinsame Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern und des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Zulassung von Windenergieanlagen. Dresden.
- Schirmacher M., Prichard, A., Mabee, T. & Hein, C. (2017): Multi-year operational minimization study in West Virginia: potential novel strategy to reducing bat fatalities at wind turbines. Book of Abstracts of the 4th Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts (CWW). Estoril, Portugal. September 6-8. 2017: 74-75.
- Schorcht, W. (2002): Zum nächtlichen Verhalten von *Nyctalus leisleri*. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 71: 141-161.
- Schorcht, W., Tress, C., Biedermann, M., Koch, R. & Tress, J. (2002): Zur Ressourcennutzung von Rauhauffledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) in Mecklenburg. – In: Meschede, A., Heller, K.-G. & Boye, P. (Hrsg.): Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern – Untersuchungen als Grundlage für den Fledermausschutz. Münster (Landwirtschaftsverlag), Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 71: 191-212.
- Schuler, J., Krämer, C., Hildebrandt, S., Steinhäuser, R., Starick, A. & Reutter, M. (2017): Kumulative Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft – Ergebnisse des gleichnamigen F+E-Projekts (FKZ 3512 83 0200). BfN-Skripten 463.
- Schuster, E. & Bruns, E. (2018): Technische Ansätze zur bedarfsgerechten Betriebsregulierung – Eine Chance für den naturverträglichen Ausbau der Windenergie? *Natur und Landschaft* 50 (7): 226-232.
- Seebens, A., Fuß, A., Allgeyer, P., Pommeranz, H., Mähler, M., Matthes, H., Götsche, M., Götsche, M., Bach, L. & Paatsch, C. (2013): Fledermauszug im Bereich der deutschen Ostseeküste. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie. 38 S.
- Shiel, C. B., Shiel, R. E. & Fairley, J. S. (1999): Seasonal changes in the foraging behaviour of Leisler's bats (*Nyctalus leisleri*) in Ireland as revealed by radio-telemetry. *Journal of Zoology* 249(3): 347-358.
- Simon, M., Hüttenbügel, S. & Smit-Viergutz, J. (2004): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Dörfern und Städten. Bonn (Bundesamt für Naturschutz). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 76: 275 S.

- Sittig-Behm, P. & Hilkenbach, J. (2021): Der Anfang einer Zukunft – Welche Chancen Repowering für einen naturverträglichen Windenergieausbau bietet. K21 – Jahrbuch für naturverträgliche Energiewende.
- Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinlandpfalz und das Saarland & Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (2012): Naturschutzfachlicher Rahmen zum Ausbau der Windenergienutzung in Rheinland-Pfalz – Artenschutz (Vögel, Fledermäuse) und NATURA 2000-Gebiete. Mainz.
- Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinlandpfalz und das Saarland & Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarland (2013): Leitfaden zur Beachtung artenschutzrechtlicher Belange beim Ausbau der Windenergienutzung im Saarland betreffend die besonders relevanten Artengruppen der Vögel und Fledermäuse. Saarbrücken.
- Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (2021): Leitfaden Vogelschutz an Windenergieanlagen im Freistaat Sachsen – Entwurf zur Anhörung, Stand 28.05.2021. Dresden.
- Szewczak, J. M. & Arnett, E. B. (2007): Field test results of a potential acoustic deterrent to reduce bat mortality from wind turbines. Bats and Wind Energy Cooperative, Prepared by Bat Conservation International. Austin.
- Tatchley, C. (2016): Wildlife impacts of and public attitudes towards small wind turbines. unveröffentlichte PhD These, University of Stirling. Verfügbar im UoS Online Research Repository: <http://dspace.stir.ac.uk/handle/1893/22894#.VuhGnNKLrpg>.
- Thomsen, K.-M., Hartmann, S., Reers, H., Schauer-Weissahn, H., Lüdtke, B., Reinhard, H., Hochradel, K., Brinkmann, R., Evers, A., Schmidt, L., Sohler, J., Korner-Nievergelt, F. & Hötter, H. (2020): Berücksichtigung von Artenschutzbelangen bei der Errichtung von Kleinwindenergieanlagen. BfN-Skripten 550.
- Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (2015a): Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Fledermausschutzes bei der Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) in Thüringen. Seebach.
- Thüringer Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft (2016): Erlass zur Planung von Vorranggebieten „Windenergie“, die zugleich die Wirkung von Eignungsgebieten haben (Windenergieerlass). Erfurt.
- Trapp, H., Fabian, D., Förster, F. & Zinke, O. (2002): Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. Naturschutzarbeit in Sachsen 44: 53-56.
- UMK (2020a): Windenergienutzung und Artenschutz. Anforderungen an die Prüfung und Bewertung eines signifikant erhöhten Tötungsrisikos im Rahmen der artenschutzrechtlichen Prüfung von Windenergieanlagen. Umweltministerkonferenz 23.04.2020.
- UMK (2020b): Hinweise zu den rechtlichen und fachlichen Ausnahmeveraussetzungen nach § 45 Abs. 7 BNatSchG bei der Zulassung von Windenergievorhaben. Umweltministerkonferenz 13.05.2020.
- UMK (2020c): Standardisierter Bewertungsrahmen zur Ermittlung einer signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos im Hinblick auf Brutvogelarten an Windenergieanlagen (WEA) an Land – Signifikanzrahmen. Umweltministerkonferenz 11.12.2020.
- UMK (2021a): TOP 07: Bericht: Anschlussprozess Signifikanzpapier. Umweltministerkonferenz 19.04.2021.
- UMK (2021b): TOP 10: Monitoringkonzept für Kollisionsopfer an Windenergieanlagen. Umweltministerkonferenz 30.03.2021.
- Vierhaus, H. (2000): Neues von unseren Fledermäusen. ABU info 24: 58-60.

- Voigt, C. C., Straka, T. M. & Fritze, M. (2019): Producing wind energy at the cost of biodiversity: A stakeholder view on an green-green dilemma. *J. Renewable Sustainable Energy* 11, 063303 (2019)
- Voigt, C. C. (Hrsg.) (2020): Evidenzbasierter Fledermausschutz in Windkraftvorhaben. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61454-9_4: V-XII.
- Wellig, S. D., Nusslé, S., Miltner, D., Kohle, O., Glaizot, O., Braunisch, V., Obrist, M. & Arlettaz, R. (2018): Mitigation the negative impacts of tall wind turbines on bats: vertical activity profiles and relationships to wind speed. – *PloS ONE* 13(3): e0192493. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192493>.
- Zeller, U.; Bengsch, S. & Starik, N. (2007): Umweltverträglichkeit von Windenergieanlagen. Teil 1a Konfliktfeld: Fledermäuse. Kollisionsopfer an Windenergieanlagen der Nauener Platte in Brandenburg. Berlin.
- Rechtsprechung - C-473/19, C-474/19 des Europäischen Gerichtshofs (idF. v. 04.03.2021). Urteil des Gerichtshofs (Zweite Kammer).
- Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (1992) (idF. v. 01.01.2007). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften.
- Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (2009) (idF. v. 30.11.2009). Amtsblatt der Europäischen Union.
- Verordnung (EG) Nr. 338/97 des Rates über den Schutz von Exemplaren wildlebender Tier- und Pflanzenarten durch Überwachung des Handels (1996) (idF. v. 15.08.2010). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Anteil des Anlagentyps „sehr hohe WEA“ an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=1.183 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	13
Abb. 2:	Anzahl der Inbetriebnahmen des Anlagentyps „sehr hohe WEA“ gegenüber sonstigen Inbetriebnahmen im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=1.183 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	13
Abb. 3:	Inbetriebnahmen des Anlagentyps „sehr hohe WEA“ auf Basis von Landkreisen im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=1.183 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	14
Abb. 4:	Anteil des Anlagentyps „WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf“ an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=3.030 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	16
Abb. 5:	Entwicklung der technischen Spezifika von in Betrieb genommenen Onshore-WEA im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	16
Abb. 6:	Anzahl der Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf“ im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=3.030 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	17
Abb. 7:	Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit geringem unteren Rotordurchlauf“ auf Basis von Landkreisen im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=3.030 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	18
Abb. 8:	Anteil des Anlagentyps „WEA mit sehr großen Rotoren“ an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=7.919 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	19
Abb. 9:	Anzahl der Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit sehr großen Rotoren“ im Zeitraum 2010 – 2020; Daten: BNetzA, n=7.919 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	20
Abb. 10:	Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit sehr großen Rotoren“ auf Basis von Landkreisen im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=7.919 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	21
Abb. 11:	Anteil von WEA mit einer Gesamthöhe kleiner 50 m an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=425 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	22
Abb. 12:	Anzahl der Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit Gesamthöhe unter 50 m“ im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=425 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	23

Abb. 13:	Inbetriebnahmen des Anlagentyps „WEA mit einer Gesamthöhe kleiner 50 m“ auf Basis von Landkreisen im Zeitraum 2010 bis 2020; Daten: BNetzA, n=425 WEA, n ges.=12.488, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.....	24
Abb. 14:	Entwicklung von Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020 im Bundesland Schleswig-Holstein; Daten: BNetzA, n=1.995, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.....	27
Abb. 15:	Entwicklung von Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020 im Bundesland Baden-Württemberg; Daten: BNetzA, n=446, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.....	28
Abb. 16:	Entwicklung von Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020 im Bundesland Brandenburg; Daten: BNetzA, n=1.362 Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	28
Abb. 17:	Entwicklung von Onshore-WEA im Zeitraum 2010 – 2020 im Bundesland Sachsen-Anhalt; Daten: BNetzA, n=788, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.....	29
Abb. 18:	Vergleich der technischen Spezifika von im Zeitraum 2010 – 2020 in Betrieb genommenen Onshore-WEA und geplanten WEA (Registrierungsdatum der geplanten WEA ab 2019); Daten: BNetzA, n=14.172, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.....	31
Abb. 19:	Vergleich des Anteils der betrachteten Anlagentypen von im Zeitraum 2010 bis 2020 in Betrieb genommenen Onshore-WEA und geplanten WEA, eine WEA kann Kriterien für mehrere Typen erfüllen, so dass Werte > 100 % möglich sind; Daten: BNetzA, n=14.172, Stand: 21.09.2021, Auswertung und Grafik: Ökotop.	31
Abb. 20:	Betrachtete WEA-Typen im 2-D-Dimensionsvergleich zur BMU-Referenzanlage. Pfeile indizieren die vom Trennwert ausgehend ebenfalls eingeschlossene Raumdimension. Grafik: Ökotop.	52
Abb. 21:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer in der Datenbank des LfU BB (Datenstand 2021, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Gesamthöhe. Auswertung und Grafik: Ökotop.....	54
Abb. 22:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer in der Datenbank des LfU BB (Datenstand 2021, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser. Auswertung und Grafik: Ökotop.	55
Abb. 23:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer in der Datenbank des LfU BB (Datenstand 2021, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der Nabenhöhe. Auswertung und Grafik: Ökotop.	56
Abb. 24:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer in der Datenbank des LfU BB (Datenstand 2021, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit vom unteren Rotordurchlauf. Auswertung und Grafik: Ökotop.	57
Abb. 25:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Gruppe „Pipistrelloid“ in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotop.	58

Abb. 26:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Gruppe „Nyctaloid“ in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotoptop.	59
Abb. 27:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer des Abendseglers in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotoptop.....	62
Abb. 28:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer des Kleinabendseglers in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotoptop.	65
Abb. 29:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Zweifarbfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. Ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotoptop.	68
Abb. 30:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Rauhaufledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotoptop.	71
Abb. 31:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Mückenfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotoptop.	74
Abb. 32:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Zwergfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotoptop.	77
Abb. 33:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Nordfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotoptop.	79
Abb. 34:	Anzahl gemeldeter Schlagopfer der Breitflügelfledermaus in der Datenbank des LfU BB (BB bis 2019 aufgearbeiteter Datenbestand, nur Funde mit WEA-spezifischen Metadaten) in Abhängigkeit von der WEA-Konfiguration. ref= BMU-Referenzanlage. Auswertung und Grafik: Ökotoptop.	82

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Ausgewertete Leitfäden der Bundesländer bezüglich der Artengruppe Fledermäuse, Stand 2020/2021.	8
Tab. 2:	Durchschnittliche Anlagenkonfiguration und Anteil der Anlagen an der Inbetriebnahme neuer Onshore-WEA im Zeitraum 2010 bis 2020 für die einzelnen Bundesländer; Daten: BNetzA, n=12.488 Stand: 21.09.2021, Auswertung: Ökotop.	25
Tab. 3:	Durchschnittliche Anlagenkonfiguration und Anteil der betrachteten Anlagentypen an allen bereits geplanten aber noch nicht gebauten bzw. in Betrieb genommenen neuen Onshore-WEA für die einzelnen Bundesländer; Daten: BNetzA, n=1.685, Stand: 21.09.2021, Auswertung: Ökotop.	30
Tab. 4:	Angaben der Windkraft-Leitfäden der Bundesländer zu Ausschlussgebieten für Windenergienutzung aus Gründen des Naturschutzes. (Stand: September 2021)	35
Tab. 5:	Rechtliche Ausnahmeregelungen nach § 45 Abs. 7 Nr. 5 BNatSchG des Verbots gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG für die einzelnen Bundesländer. Angaben stammen aus den entsprechenden Leitfäden. Stand: September 2021.....	38
Tab. 6:	Angaben der Leitfäden zur Standortwahl und Abstandsregeln von WEA für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.....	40
Tab. 7:	Angaben der Leitfäden zu Maßnahmen zur Anlagenoptimierung zur Kollisionsreduzierung für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.	42
Tab. 8:	Angaben der Leitfäden zur Vermeidung von Anlockung für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.	43
Tab. 9:	Angaben der Leitfäden zu Weglockungsmaßnahmen für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.	44
Tab. 10:	Angaben der Leitfäden zum Abschaltalgorithmus der Anlagen für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.	45
Tab. 11:	Angaben der Leitfäden zu Ausgleichsmaßnahmen für die einzelnen Bundesländer im Hinblick auf die Artengruppe Fledermäuse. Stand: September 2021.	48
Tab. 12:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zum Abendsegler. Stand: September 2021.	63
Tab. 13:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zum Kleinabendsegler. Stand: September 2021.	66
Tab. 14:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Zweifarbfledermaus. Stand: September 2021.	69
Tab. 15:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Rauhautfledermaus. Stand: September 2021.	72

Tab. 16:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Mückenfledermaus. Stand: September 2021.	75
Tab. 17:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Zwergfledermaus. Stand: September 2021.	78
Tab. 18:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Nordfledermaus. Stand: September 2021.	80
Tab. 19:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Breitflügelfledermaus. Stand: September 2021.	83
Tab. 20:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Teichfledermaus. Stand: September 2021.	84
Tab. 21:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Brandtfledermaus. Stand: September 2021.	86
Tab. 22:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Bartfledermaus. Stand: September 2021.	87
Tab. 23:	Bestimmungen der Leitfäden der Bundesländer zur Mopsfledermaus. Stand: September 2021.	89
Tab. 24:	Ergebnisvergleich Anzahl der Schlagopfer in den Untersuchungsjahren 2019 und 2020 (jeweils 52 Kontrollen im Zeitraum 01.07. bis 11.10.).....	105
Tab. 25:	Forschungsthemen zur Gefährdung von Fledermäusen an WEA der neuen Generation (Stand: 07/2022).	115

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNetzA	Bundesnetzagentur
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d. h.	das heißt
et al.	und andere
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FKZ	Forschungskennzahl
ggf.	gegebenenfalls
GW	Gigawatt
h	Stunde
i. d. R.	in der Regel
insb.	insbesondere
KWEA	Kleinwindenergieanlage
m	Meter
MaStR	Marktstammdatenregister
mm	Millimeter
mündl. Mitt.	mündliche Mitteilung
MW	Megawatt
n	Anzahl
o. g.	oben genannt
s	Sekunde
Tab.	Tabelle
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
WEA	Windenergieanlage
z. B.	zum Beispiel

Anhang 1 - Fragenkatalog Workshop Fledermäuse

Klassifizierung A) Große Anlagen > 200 Meter / > 140 Meter (Nabe)

- Welche Erkenntnisse zur Flughöhe von Fledermäusen sind Ihnen für den Höhenbereich 100 – 150 (Nabe bis unterer Rotordurchlauf) bzw. 150 – 300 m (Rotor oberhalb Nabe und ggf. darüber hinaus) bekannt?
- Können durch sehr hohe Anlagen > 200 Meter bestimmte Arten besonders betroffen sein (z. B. ziehende Arten) bzw. andere Arten (z. B. Arten mit Strukturbindung oder lokalem Erkundungsverhalten) weniger risikoexponiert sein?
- Folgen aus diesen ggf. veränderten Risikoexpositionen bestimmter Arten auch abweichende Empfehlungen zu Abschaltzeiten, Makrositing (Standortwahl generell) und Mikrositing (Anordnung der Anlagen innerhalb des Plangebietes) gegenüber den bisher üblichen Anlagentypen?
- Ist die Kollisionsrate / die Konfliktrichtigkeit bei diesem Anlagentyp innerhalb von Wäldern ähnlich wie außerhalb?
- Ist bei diesem Anlagentyp eine bodennahe Erfassung der Fledermausaktivität notwendig?
- Worin besteht der größte Handlungsbedarf für einen naturverträglichen Betrieb dieses Anlagentyps?

Klassifizierung B) große Rotordurchmesser > 90 Meter

- Welche Erkenntnisse liegen zur Fledermausaktivität im erweiterten Rotorenbereich vor?
- Die Reichweite von akustischen Erfassungsgeräten ist begrenzt und liegt für die meisten Arten weit unter den hier zu diskutierenden Rotorradien. Wie können solche Erkenntnislücken geschlossen werden? Welche technischen Ansätze bieten sich an?
- Ist die Steuerung von Abschaltalgorithmen über Gondelmonitoring und Probat unverändert anwendbar?
- Sind auf akustischen Erfassungen an Turm oder Gondel der WEA basierende situationsbezogen reagierende Vermeidungsmaßnahmen anwendbar? Ist ein alternatives Erfassungsdesign (Kameras, Radar, externe Detektoren) möglich und evtl. erfolgversprechender?
- Worin besteht der größte Handlungsbedarf für einen naturverträglichen Betrieb dieses Anlagentyps?

Klassifizierung C) Anlagen mit einem Abstand < 50 Meter zwischen Rotorspitze und Vegetation

- Liegt bei diesem Anlagentyp ein höheres Gefährdungsrisiko für lokale ansässige Fledermauspopulationen (Wochenstuben im Umfeld) gegenüber höheren Anlagen vor? Sehen Sie einen Unterschied zwischen nichtziehenden und ziehenden Arten?
- Gibt es Erfahrungen aus der Praxis zum Kollisionsrisiko? Ist das Kollisionsrisiko auch im Anlagentyp selbst begründet oder ist es nur in der Kombination mit assoziierten Leitstrukturen, Quartieren oder Jagdhabitaten relevant?
- Ist die Errichtung solcher Anlagen an Offenland- und Waldstandorten in der Summe ähnlich konfliktträchtig? Gibt es jeweils besonders betroffene Arten?
- Wie relevant ist oder wird der Einsatz derartiger Anlagen in ihrer Region bzw. in Deutschland voraussichtlich sein?
- Worin besteht der größte Handlungsbedarf für einen naturverträglichen Betrieb dieses Anlagentyps?

Klassifizierung D) Kleinwindenergieanlagen (KWEA) u. a. in der Stadt einschließlich Industriegebieten mit < 50 Meter Höhe

- Gibt es Erfahrungen darüber, welche Fledermausarten durch den Betrieb dieses Anlagentyps kollisionsgefährdet sind?
- Liegen Erkenntnisse über Meideverhalten vor?
- Gibt es im Zusammenhang mit diesen Anlagen praktikable Vermeidungsmaßnahmen?
- Ist etwas darüber bekannt, ob die Gefährdung innerhalb von Städten ähnlich der außerhalb von Siedlungsräumen ist? Wirken bestimmte Standorteigenschaften mindernd oder verstärkend auf die Kollisionsgefahr?
- Worin besteht der größte Handlungsbedarf für einen naturverträglichen Betrieb dieses Anlagentyps?

Genehmigungspraxis bezüglich Windenergieanlagen (WEA)

- Welche Vorgaben in Leitfäden (bspw. dem in Ihrer Region angewandten) sind aus Ihrer Sicht für die Berücksichtigung des Artenschutzes bei Fledermäusen besonders wichtig? Wird den Risikofaktoren Kollisionsrisiko, Lebensraumverlust und Störung dabei ausreichend Rechnung getragen?
- Entsprechen die Ihnen gebräuchlichen Leitfäden dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik? Wo fehlen im Hinblick auf die kommenden Herausforderungen mit neuen Anlagentypen wissenschaftliche Erkenntnisse am Dringendsten?
- Haben alle Maßnahmen zum Artenschutz dieselbe Wertigkeit vor Gericht oder gibt es eine Hierarchie? (dazu: Richtet sich diese Hierarchie nach naturschutzfachlichen Erkenntnissen oder wirken noch andere Faktoren wie finanzieller Aufwand darauf ein?)
- Erzielen alle Maßnahmen tatsächlich die in den Leitfäden beschriebene gewünschte Wirkung? Gibt es Maßnahmen, die unzureichend beauftragt und / oder umgesetzt werden? Wenn ja, welche?

- Was sind Ihre Erfahrungen mit nachträglicher Beauftragung bei bereits erteilten Genehmigungen? Dabei sind zwei Varianten möglich:
 - der Konflikt bestand bereits, wurde jedoch nicht erkannt (z. B. wurden bestimmte spezielle Untersuchungen nicht durchgeführt, da kein Anfangsverdacht bestand)
 - der Konflikt hat sich erst im Nachgang entwickelt (z. B. Neuansiedlung)
- Wie sollte ein effektives und effizientes System zur Erfassung von Fledermäusen (im Genehmigungsprozess, nach Genehmigung im Monitoring) im Hinblick auf die vier Anlagentypen A bis D gestaltet sein?
- Sind Vergrämnungsmaßnahmen für Fledermäuse im Hinblick auf die vier Anlagentypen A bis D eine realistische Option? Wenn ja, welche?

Die „BfN-Schriften“ sind eine seit 1998 unperiodisch erscheinende Schriftenreihe in der institutionellen Herausgeberschaft des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) in Bonn. Sie sind kurzfristig erstellbar und enthalten u. a. Abschlussberichte von Forschungsvorhaben, Workshop- und Tagungsberichte, Arbeitspapiere oder Bibliographien. Viele der BfN-Schriften sind digital verfügbar. Printausgaben sind auch in kleiner Auflage möglich.

DOI 10.19217/skr742

