



Einführung einer probabilistischen Methode zur Ermittlung der signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos

Zwischenergebnisse im Rahmen des BfN F+E-Vorhabens
„Artenschutz und Windenergieausbau an Land –
Neuregelung des BNatSchG“

Stand 23.06.2023

Katrin Wulfert, Lydia Vaut, Jan Blew, Marcus Lau, Heiko Köstermeyer

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines.....	4
2	Männel (2020), Brand et al. (2020)	6
3	BDEW (2021).....	8
3.1	Wissenschaftlicher Kenntnisstand	8
3.2	Anwendungsbereiche.....	9
4	Mercker et al. (2023)	9
4.1	Wissenschaftlicher Kenntnisstand	9
4.2	Anwendungsbereiche.....	11
5	Fazit.....	14
	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	16

Titelfoto: ©hansenn_stock.adobe.com

1 Allgemeines

Das Thema Probabilistik als potenziell geeigneter methodischer Ansatz zur Berechnung von Kollisionswahrscheinlichkeiten und Bewertung des Tötungs- und Verletzungsrisikos kam zunächst von Energieverbänden auf und wurde im Rahmen des sog. Signifikanz-Prozesses der Umweltministerkonferenz UMK aufgegriffen und im Rahmen einer Unterarbeitsgruppe der UMK weiter begleitet. Aktuell wurde eine sog. „Pilotstudie“ (Mercker et al. 2023¹) als aktuelles Zwischenergebnis vorgelegt. Parallel zum UMK-Prozess wurden 2020 und 2021 weitere Vorschläge zur Ausgestaltung der Methode veröffentlicht. Mit der 4. Änderung BNatSchG in 2022 wurde dann ein Prüfauftrag zur Einführung der Methode in das BNatSchG (§74) aufgenommen.

Derzeit existieren somit verschiedene Ansätze probabilistischer Methoden zur Ermittlung der signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos (Männel et al. 2020/2021²; BDEW 2021³; Mercker et al. 2023)⁴. Sowohl hinsichtlich des wissenschaftlichen Kenntnisstandes als auch hinsichtlich der Vollständigkeit einer in der Praxis anzuwendenden Methode stellt die Methode nach Mercker et al. 2023 einen deutlichen Unterschied zu den bisherigen Ansätzen dar.

Bevor auf die einzelnen Ansätze näher eingegangen wird, sind nachfolgend allgemeine Kritikpunkte für die Nutzung probabilistischer Methoden in Genehmigungsverfahren mit Stand 2022 zusammengefasst⁵, die insbesondere für die Methode Mercker et al. (2023) weiter unten differenzierter betrachtet und teilweise auch wieder eingeschränkt werden:

¹ M. Mercker, J. Liedtke, T. Liesenjohann, J. Blew (2023): Pilotstudie „Erprobung Probabilistik“: Erprobung probabilistischer Methoden hinsichtlich ihrer fachlichen Voraussetzungen mit dem Ziel der Validierung der Methode zur Ermittlung des vorhabenbezogenen Tötungsrisikos von kollisionsgefährdeten Brutvogelarten an Windenergieanlagen. Pilotstudie im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV)

² Männel, T. (2020): Grundlagen und Beispiele für die Anwendung der Probabilistik zur Ermittlung und Bewertung des Kollisionsrisikos. Präsentation im Rahmen der Diskussionsveranstaltungen der FA Wind „Probabilistik – Ein Verfahren zur Bewertung des Kollisionsrisikos?“ online am 14.12.2020; „Anwendung von Probabilistik zur Bewertung des Kollisionsrisikos windenergieanlagensensibler Vogelarten“ online am 12.02.2021; Brand, C., Langeleh, D. & Männel, T. (2020): Die Signifikanzschwelle nach § 44 (5) Nr. 1 BNatSchG – ein Verfahren zur Bewertung des Tötungsrisikos geschützter Arten im Gefahrenbereich von Windenergieanlagen. ZNER (1): 7-14.

³ BDEW (2021): Anwendungshilfe zur Bestimmung der signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos von Brutvögeln an Windenergieanlagen gem. § 44 BNatSchG. Bewertungsmethode unter Heranziehung probabilistischer Ansätze. <https://www.bdew.de/service/anwendungshilfen/bestimmung-der-signifikanten-erhoehung-des-toetungsrisikos-von-brutvoegeln-an-windenergieanlagen/>

⁴ Zu nennen ist darüber hinaus der Ansatz nach Reichenbach & Aussieker (2021), der die „erwartbare Flugaktivität in Relation zur Distanz zum Brutplatz“ zur Grundlage der Abschätzung eines Kollisionsrisikos heranzieht und einen „populationsbiologischen Grenzwert für eine verkraftbare zusätzliche Mortalität durch Kollisionen an WEA“ ermittelt. Abschließend werden diese beiden Schritte zusammengeführt „zur Bestimmung derjenigen Entfernung vom Brutplatz, bei dessen Einhaltung kein Populationsrückgang durch Kollisionen an WEA zu erwarten ist.“

Der weitere Fokus dieses Ansatzes liegt jedoch nicht nur auf der Bestimmung des Kollisionsrisikos im Zuge der Bewertung des Tötungsverbots, sondern auf der Frage der Populationsrelevanz der Beeinträchtigungen durch Kollision im Zuge eines Ausnahmeverfahrens.

⁵ Vgl. auch Wulfert/Lau/Köstermeyer; NUR 2022

- **Datengrundlagen und Verfügbarkeit der notwendigen Eingangsparameter:**
Für die Modellierung von Flugverhalten in Relation zum Brutplatz, Habitat und Windenergieanlagen sind umfassende empirische Daten erforderlich. Derzeit liegen solche Daten zwar für den Rotmilan in großem Umfang vor, jedoch ist für andere kollisionsgefährdete Arten teilweise noch „Grundlagenforschung“ zu leisten. Sofern die Eingangsparameter vor allem für Regionen, in welchen Windenergie erzeugt wird oder erzeugt werden soll nicht vorliegen, stehen für die Mehrzahl der Arten entsprechende Daten nicht zur Verfügung;
- die notwendigen Voraussetzungen für eine regelmäßige gutachterliche Anwendung (bspw. Entwicklung einer Software, Grundverständnis des Modellierungsprozesses) sind noch nicht gegeben;
- es existiert eine hohe Sensitivität der Modelle in Bezug auf bestimmte Faktoren: So kann in Modellen, welche mit weniger empirischen Daten (in der Nähe von Bestands-WEA) eine geringfügige Änderung der angenommenen Ausweichrate unverhältnismäßig großen Einfluss auf das Ergebnis haben. Für das artspezifische Ausweichverhalten eines Vogels, also in wie vielen Fällen potenzieller Kollisionen ein Vogel der Gefahr ausweicht, wurde häufig aufgrund von nicht hinreichenden Daten geschätzt und dann in die Modelle eingesetzt. Gegenüber dieser Eingangsgröße „Ausweichverhalten“ sind die viele probabilistische Modelle daher extrem sensitiv, vor allem, wenn Daten zu diesem Faktor nicht in angemessener Genauigkeit vorliegen.
- die tatsächlichen Flugaktivitäten des betroffenen Brutpaars einschließlich der ausfliegenden Jungvögel werden durch die probabilistische Abschätzung der Flugaktivität nicht für alle Situationen ausreichend integriert, zumal Konkurrenzverhalten, Balz- und Thermikflüge sowie anthropogene Ereignisse, wie Mahd und Erntereignisse in der Regel nicht berücksichtigt werden können;
- Einzelfallbetrachtungen am konkreten Standort sind wichtig, werden aber mit den allgemeingültigen Eingangsparametern, insbesondere wenn nur Abstände zwischen Brutplatz und geplanter WEA berücksichtigt werden, nicht abgebildet;
- derzeit sind sämtliche Ansätze in der Praxis noch nicht etabliert und bedürfen einer Validierung und Erprobung. Für die Methoden auf der Basis bisheriger Ansätze hat sich demgegenüber in den Bundesländern eine nach den Grundzügen vergleichbare Vorgehensweise in der Praxis etabliert.

Hinsichtlich der Rechtssicherheit, insbesondere mit Blick auf Schwellenwerte, ist auf folgende Punkte hinzuweisen:

- Den probabilistischen Ansätzen ist gemein, dass sie den Begriff der Signifikanz im Sinne des statistischen Signifikanzbegriffs gebrauchen. Bei der Entwicklung des Signifikanzansatzes durch das BVerwG bestand diese Assoziation hingegen gerade nicht, denn der hinter dem Ansatz stehende juristische Grundgedanke umfasst vielmehr die Konkretisierung des Begriffs „absichtlich“ in Art. 12 Abs. 1 Buchst. a) FFH-RL sowie Art. 5 Buchst. a) und c) VSchRL mit den Mitteln der teleologischen Reduktion.
- Ausgehend von Sinn und Zweck der Verbotsnorm ist mithin deren vom Wortlaut her weit gefasster Anwendungsbereich auf das zu beschränken, was vom Gesetzgeber vernünft-

tigerweise nur gemeint gewesen war. Der Begriff der signifikanten Risikoerhöhung umschreibt letztlich das Maß des Ausgleichs zwischen den (Über-)Lebensinteressen der Tiere der besonders geschützten Arten und den menschlichen Nutzungsinteressen. Es geht folglich nicht nur um Wahrscheinlichkeiten, sondern um eine generelle Risikoreduzierung im Rahmen der Verhältnismäßigkeit.

- Probabilistische Ansätze sehen sich daher zunächst der Schwierigkeit ausgesetzt, das solchermaßen wertend zu bestimmende Grundrisiko in statistisch fassbarer Weise zu beschreiben. Darüber hinaus muss ein numerischer (Schwellen)Wert festgelegt werden, bei dessen Überschreitung eine signifikante Risikoerhöhung anzunehmen ist. Dies kann letztlich nur im Wege einer Setzung geschehen, der eine intersubjektiv nur eingeschränkt nachvollziehbare Wertung zugrunde liegt. Schon deshalb bedarf angesichts der Vielzahl an möglichen Fallkonstellationen der numerisch festgelegte Signifikanzschwellenwert zwingend der Möglichkeit der verbal-argumentativen Ergänzung oder gar Korrektur. Damit aber wird der große Vorteil solcher Verfahren, nämlich die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, wieder mehr oder weniger eingeschränkt. Dies gilt in umso größerem Ausmaß, wie es an methodischen Leitlinien für die verbal-argumentative Ergänzung bzw. Korrektur fehlt.
- Die bisherigen Begründungsansätze knüpfen zudem allesamt an populationsbiologische Überlegungen an. Das ist insofern nicht zu beanstanden, als das besondere Artenschutzrecht letztlich auf den günstigen Erhaltungszustand der Populationen der Arten in der jeweiligen biogeografischen Region des Mitgliedstaates abzielt. Es darf aber der vorsorgliche, am Individuum ansetzende Schutzansatz des Tötungsverbots nicht gänzlich ausgeblendet werden. Das bedeutet, dass neben den populationsbiologischen Betrachtungen noch eine Prüfung erfolgen muss, ob anhand rechtlich-wertender Kriterien ausgehend von den sozialwissenschaftlichen Erkenntnissen zur Sozialadäquanz und Gesichtspunkten des Rücksichtnahmegebots als grundlegende Verhaltensregel in zivilisierten Gesellschaften noch weitere Restriktionen für einen belastbaren Schwellenwert eingezogen werden müssen.

2 Männel (2020), Brand et al. (2020)

Der Modell-Ansatz von Brand et al. (2020) bzw. Männel (2020) leitet sich im Grundsatz davon ab, dass Probabilistik zur Ermittlung des Tötungsrisikos des Menschen in verschiedenen Bereichen der Technik und des Verkehrswesens angewendet wird. Das von ihnen entwickelte Modell errechnet eine Anzahl von Kollisionen pro Jahr über statistisch berechnete artspezifische Verhaltensweisen (Aufenthaltswahrscheinlichkeit im WEA Bereich, Höhenverteilung während des Fluges, mittlerer Fluganteil pro Jahr, Anwesenheit pro Jahr, Durchflugszeit durch den Rotorbereich, mittlere Kollisionswahrscheinlichkeit, Ausweichverhalten).

Kritikpunkte in Bezug auf die Anwendbarkeit dieser Methode im Rahmen der Signifikanzbewertung werden in Wulfert et al. (2022)⁶ zusammengefasst:

- Grenzwerte: Die Methode gibt noch keinen einheitlichen und nachvollziehbar begründeten Grenzwert vor, sondern stellt verschiedene mögliche Grenzwertbildungen dar. Vorgesehen ist die Gegenüberstellung des vorhabenbezogenen Tötungsrisikos und des natürlich bedingten Sterberisikos („Grundrisiko“). Dabei wird ein ganzjährig geltender allgemeiner Grenzwert vorgeschlagen.
- Die erforderlichen Daten und Grundlagen sind für eine Anwendung in der Praxis bislang nicht ausreichend operationalisiert. Die für die Berechnung erforderlichen Datengrundlagen sind unvollständig oder fehlen ganz; bspw. belastbare empirische Daten zur Flughöhe, Ausweichverhalten, Durchfluggeschwindigkeit; die technische Vereinfachung komplexer ökologischer Sachverhalte führt generell zu einer hohen Fehleranfälligkeit des Modells; es ist noch Grundlagenforschung erforderlich. Zudem sind die bei Brand et al. (2020) „geforderten“ Daten (Wetteraufzeichnungen, Windanalysen, Tageszeit etc.) nicht geeignet, das Flugverhalten der Zielarten konkret zu beschreiben.
- Sowohl Männel (2020) als auch Brand et al. (2020) erwägen die Anwendung probabilistischer Methoden nur „theoretisch“, sie legen zwar eine Berechnungs-Formel vor, führen aber weder Beispielrechnungen noch Validierungen durch. Die Formeln zum Berechnen der Kollisionswahrscheinlichkeit wurden von Reichenbach & Aussieker (2021) (s. oben Fußnote 4) für Fallkonstellationen angewendet.
- Die Komplexität der Faktoren, die sich auf das Verhalten von Tieren auswirken (bspw. Nahrungsverfügbarkeit, Nachbarschaftsbeziehungen, Habitat-Zusammensetzung, Landnutzung, Topografie), werden nicht ausreichend abgebildet; der Umgang mit kumulativen Effekten wird nicht behandelt. Der Einbezug von Wetterdaten für die Voraussage von Flugbewegungen gemäß Brand et al. 2020 ist kritisch zu betrachten, da es bisher keine fundierten Kenntnisse über die Aussagekraft solcher Prognosen gibt. Verhaltensökologische Parameter werden aufgrund einzelner, nicht generell verallgemeinerbarer Untersuchungen, als starre Konstanten gesetzt. Populationsparameter der betroffenen Vogelarten wie Mortalität (allgemeines Lebensrisiko oder Grundrisiko) sowie zulässige zusätzliche Mortalität sind für diese Anwendung nicht ausreichend erforscht. Die vorgeschlagenen Grenzwerte sind weder auf die Populationsdynamiken der Art abgestimmt noch auf die Bestands- und Gefährdungssituation der jeweiligen Arten. Vor allem ist die Dokumentation von Todesfällen bei Vögeln in Bezug zu ausgewählten Vorhabentypen wesentlich lückenhafter als beim Menschen.
- Das vorgestellte Modell weist bisher keine Fehleranalyse auf. So ist bislang noch unklar, wie stark sich bereits geringe Abweichungen in den Eingangsparametern auf das Endergebnis und die Aussagekraft des Modells auswirken können.

⁶ Wulfert, K., Köstermeyer, H., Lau, M., Fischer, S., Kostelnik, I., Schöne-Warnefeld, J., Weber, J. (2022): Vögel und Windenergienutzung: Best Practice-Beispiele und planerische Ansätze zur Konfliktlösung. BfN-Schriften 634: 203 Seiten.

3 BDEW (2021)

3.1 Wissenschaftlicher Kenntnisstand

Das BDEW Modell erweitert bisherige Ansätze um das Habitatpotenzial (Meidung/Attraktion lokaler Habitattypen).

- Aus fachlicher Sicht bestehen Zweifel daran, dass die in der Anwendungshilfe beschriebene Methode das Tötungsrisiko realistisch abbilden kann. Zentral bleibt die Frage nach den verfügbaren Datengrundlagen. Dies betrifft bspw.
 - die Ausweichrate, die in der Regel nicht fachlich valide abgeleitet werden kann, da dazu keine ausreichend belastbaren Daten vorliegen,
 - die mittlere Fluggeschwindigkeit, deren Verwendung voraussetzt, dass die Fluggeschwindigkeit normalverteilt ist, wozu wiederum Angaben fehlen,
 - Flughöhen, die in der Literatur in der Regel weite Bereiche umfassen und daher eher unspezifisch sind. Des Weiteren sind die realen Flughöhen in der Regel wenig konstant und abgesehen von den Weihenarten und dem Uhu nutzen die meisten Arten alle Flughöhen im Bereich aktueller Anlagengrößen.
- Schwellenwerte: Die Verwendung der nach Bernotat & Dierschke (2021) angegebenen Alttiermortalität als Einzelwert für das vorhabenunabhängiges Grundrisiko ist zu hinterfragen, da sich diese nicht für die Darstellung des vorhabenunabhängigen Grundrisikos eignet. Die Daten zur Alttiermortalität beruhen auf wenigen, teils sehr alten Studien, zudem sind in unterschiedlichen Studien unterschiedliche Angaben zu finden; Metastudien liegen überhaupt nicht vor. Die Daten sind daher für den zentralen Parameter in der Anwendungshilfe und als Grundlage für Verrechnungen nicht ausreichend valide. So fließt der Parameter auch im Ansatz von Bernotat & Dierschke (2021) ausschließlich als ein Parameter unter weiteren in die Einstufung des Populationsbiologischen Sensitivitäts-Indexes (PSI) ein. Dabei wird nicht die absolute Größe herangezogen, sondern es werden Bewertungsklassen gebildet. Zudem zielt die Verwendung in diesem Ansatz darauf ab, einen Vergleich zwischen den betrachteten Arten herstellen zu können.
- Es bleibt offen, wie die Habitatqualität bewertet werden soll und wie Überflüge bzw. Flugbeziehungen bewertet werden sollen (insbesondere, wenn die WEA in für die Art wenig geeigneten Habitaten liegt). Daher lässt sich der bei sog. Gewichtungsfaktor F_{HP} , der sich aus der Habitatqualität berechnet, ohne konkrete Berechnungsvorschrift beliebig verändern.
- Gemäß Anwendungshilfe soll eine Addition von Risikowerten mehrerer Windenergieanlagen nicht erfolgen; eine Begründung dazu fehlt. Für die Signifikanzbewertung stellt es jedoch einen Unterschied dar, ob eine Einzelanlage oder ein Windpark zu betrachten sind. Schließlich sind ggf. bestehende Vorbelastungen zu berücksichtigen.
- Die Anwendungshilfe betont, dass ein Worst-Case-Szenario abgebildet wird und sichergestellt sei, dass die Berechnung konservativ und im Sinne des Artenschutzes erfolgt. Dies wird aber nicht plausibel begründet und ist somit nicht nachvollziehbar. Die Korrekturfaktoren nehmen eine zentrale Größe in der Berechnung ein; gerade diese Faktoren sind jedoch nicht ausreichend valide darstellbar. Neben den bereits beschriebenen Schwierigkeiten bei der Ausweichrate sind auch die Implementierung von Betriebsunter-

brechungen nur schwer vorhersagbar. Eine Worst-Case-Betrachtung erfolgt daher mit dem Ansatz gerade nicht.

- Ob der Vorschlag einer Risikoerhöhung von 10 % des vorhabenunabhängigen Grundrisikos pro Exemplar und Windenergieanlage keine signifikante Risikoerhöhung bedeutet und als Signifikanzschwelle herangezogen werden kann, ist fachlich zu begründen und vor dem Hintergrund der artspezifischen Populationsentwicklung zu validieren. Wie oben erwähnt, ist die Frage des Bezugswertes des Grundrisikos noch grundsätzlich zu klären.

3.2 Anwendungsbereiche

Die für die Eingangsparameter erforderlichen Daten liegen für einen Großteil der windkraftsensiblen Vogelarten bzw. lagen für die Studie nicht vor, so dass eine reale Abbildung des Tötungsrisikos derzeit nicht erfolgen kann bzw. große oder gar nicht bekannte Fehlerquellen bestehen.

4 Mercker et al. (2023)

4.1 Wissenschaftlicher Kenntnisstand

Die Bearbeitung der Pilotstudie Probabilistik (im Folgenden Pilotstudie) verfolgte das Ziel, andere Ansätze und Studien zu berücksichtigen bzw. zu integrieren, und diese Ansätze weiter zu entwickeln.

Anders als in den bis dahin vorliegenden Ansätzen wurden im Rahmen der Pilotstudie eine sehr hohe Zahl von empirischen Daten (dreidimensionale GPS- und Laser RangeFinder (LRF)-Daten) aus unterschiedlichen Projekten mit besonderem Fokus auf den Rotmilan zur Verfügung gestellt; mit diesen Daten war es möglich, gegenüber vorherigen Ansätzen/mechanistischen Modellen, welche wesentlich nur auf den Parametern Abstand zum Brutplatz und recherchiertes Flugverhalten (z. T. mit Berücksichtigung des Habitatpotenzials) basierten, eine Reihe weiterer empirischer Daten zu ermitteln und hinzuzufügen. Somit wurde es möglich, empirische Daten zur Habitatselektion, zur Abhängigkeit der Nestentfernung, zur Flughöhe, zur Flugphänologie im Tagesverlauf, zu Fluggeschwindigkeiten und nicht zuletzt zum Ausweich-Verhalten des Rotmilans in die Modellierung zu integrieren. Für die beiden weiteren Arten Seeadler und Weißstorch lagen ebenfalls, allerdings in geringerem Umfang, Daten vor und wurden als Ausblick behandelt.

Im Fazit der Studie wird mitgeteilt, dass die Ergebnisse der genannten Studie zeigen, dass mechanistische Kollisionsrisikomodelle – insbesondere im Zusammenspiel mit einer empirisch gut fundierten Raumnutzungsprognose („Hybrid-Modell“) – grundsätzlich ein geeignetes Werkzeug für eine Schätzung von vorhabenbezogenen Kollisionsrisiken darstellen. Im Vergleich zu jüngst präsentierten/diskutierten probabilistischen Methoden (s. oben) zeige das Hybrid-Modell eine Vielzahl an Verbesserungen, u. a. (aber nicht ausschließlich) durch die strikt empirisch basierte Ermittlung aller einfließenden Parameter (basierend auf einer bisher unvergleichbaren deutschlandweiten Datenbasis für den Rotmilan), durch intensive qualitative und quantitative Validierung der Modellprognosen durch externe Daten und Studien sowie durch die Quantifizierung von Schätzunsicherheiten.

Vor einer Anwendung in der Praxis müssen allerdings noch einige Punkte der Methode bearbeitet/ausgearbeitet werden (s. u.).

Ausweichrate

- Das neue an dem Hybrid-Modell ist insbesondere, dass die Ausweichrate nicht mehr „angenommen“ werden muss, sondern über die Implementierung der empirischen Daten in das Flugverhalten des Vogels einberechnet ist:

So wird in einem ersten Schritt aufgrund der vorliegenden Daten je Konstellation (Brutplatz, WEA-Standort, WEA-Dimensionen [insb. unterer Rotordurchgang], Habitat im Umkreis von Brutplatz und WEA-Standort) das Flugverhalten der Art modelliert/beschrieben. Diese örtlichen Abhängigkeiten (Ausweichverhalten, Nutzungsintensität in Abhängigkeit von der Distanz zum Brutplatz und die Flughöhenverteilung) werden kombiniert/multipliziert, sodass final die räumliche Aufenthaltswahrscheinlichkeit im gesamten 3D-Umfeld (in der Fläche mit einem Radius von 6 km und in der Höhe 300 m) um den Brutplatz in 10 x 10 x 10 m Auflösung gegeben ist.

Darauf basierend wird die relative (örtliche) Aufenthaltswahrscheinlichkeit im Risikobereich der WEA verglichen und zu der des Gesamt-Homeranges über Integration bestimmt werden. Dieser relative Wert wird dann wiederum mit den zeitlichen Aspekten (Anwesenheitsdauer pro Jahr, sowie zeitlicher Anteil im Flug pro 24 Stunden) verrechnet, was zu einer Aufenthaltsdauer im Risikobereich der WEA pro Individuum und Jahr führt; diese Aufenthaltsdauer berücksichtigt die wesentlichen Ausweichraten (Makro- und Meso-Avoidance); das war möglich, weil in den empirischen Daten auch GPS und LRF-Daten der Vögel in unmittelbarer Nähe von genau verorteten WEA vorliegen, so dass Ausweichverhalten in den Flugdaten enthalten ist.

Jetzt folgt der zweite Schritt; die bisher ermittelten Werte fließen (umgerechnet in Vogel-dichten) neben anderen Parametern zum Vogel und der betrachteten WEA in das mechanistische Kollisionsrisikomodell ein (BAND-Modell, aktuelle Caneco et al., 2022).

- Wie die Studie selbst ausführt, wird der Faktor der Mikro-Avoidance vor Anwendung des Modells in der Praxis auf jeden Fall valider zu bestimmen sein (Mercker et al. 2023: 28). Demnach eignen sich die verfügbaren empirischen Daten (z. B. die Rotorstellung in Einzelfällen) dazu, das Ausweichen des Risikobereiches (um die Rotorscheibe) innerhalb der Rotorkugel besser zu quantifizieren. Für ein dynamisches Ausweichverhalten bzgl. einzelner Rotorblätter (falls existent) reichen verfügbare Daten nicht aus; hierfür müssten in Zukunft ggf. Video-Analysen durchgeführt werden.

Habitat-Daten

- Für den Rotmilan (aber auch andere Arten, die eine geringe Bindung an spezifische Habitatstrukturen aufweisen) stellt sich aktuell die Frage, inwiefern die Habitatnutzung auf der Grundlage der CLC 2018 Daten adäquat wiedergegeben werden kann. Entscheidende Faktoren dabei sind:
 - wenig Differenzierung in den Nutzungskategorien;
 - Alter der Daten: Die Landnutzung unterliegt ständiger Veränderung;
 - Strukturen einer Landschaft, die durch Kleinteiligkeit, vielfältige und insbesondere lineare Strukturen geprägt ist, gehen in den Oberkategorien unter;
 - Die Nutzung durch die Arten ergibt sich meist gerade aus dem Zusammenspiel der verschiedenen Strukturen (teilw. über cognitive map berücksichtigt)

- Bearbeitungsgänge in der Landwirtschaft (bspw. angenommene Anzahl an Bearbeitungsgängen je Nutzungstyp) können nicht abgebildet werden
- Auch die Studie selbst benennt die Erforderlichkeit der Verbesserung der zeitlichen und / oder örtlichen Auflösung bzw. geeigneterer Klassifikation der Habitat-Variablen als zwingende Verbesserung der Methode als Voraussetzung für die Anwendung in der Praxis (vgl. Mercker et al. 2023: 21; 75 sowie detailliert Anhang 2)

Validität

- Gemäß der Studie ist ein mit dem Hybrid-Modell geschätztes Vogelschlagrisiko mit Unsicherheiten (95 %-Konfidenzintervall) behaftet, die im Mittel etwa +28 % und -20 % des Schätzwertes selbst betragen. Ausgedrückt als Varianzkoeffizient (=Standardfehler geteilt durch den Erwartungswert) liegt letzterer bzgl. der Kollisionsrisikoschätzungen durch das Hybrid-Modell bei etwa 12 %, was im Kontext von ökologischen Daten ein sehr gutes Ergebnis sei. Zur Frage der akzeptablen Unsicherheiten wäre ggf. eine Abstimmung/Konvention darüber erforderlich, welche Unsicherheiten akzeptabel sind, wobei ggf. auch je nach Art (und Gefährdung etc.) unterschiedliche Unsicherheiten sinnvoll sein könnten; ansonsten fehlt hier die Einschätzung, wie valide das Modell letztendlich ist.
- Gemäß der Pilot-Studie wurde das Hybrid-Modell neben anderen Studien (Reichenbach & Aussieker 2021, Reichenbach et al. (2023), Grünkorn et al. (2016) [Progress], Dürreliste) anhand der BDEW-Studie, sowie den Arbeiten von Bellebaum et al. (2013) validiert bzw. verglichen. Eine Validierung anhand dieser Studien wird als nicht ausreichend erachtet, da insbesondere in BDEW nur wenige fiktive (!) Beispiele dargestellt werden. Eine belastbarere Validierung kann folglich nur unter zusätzlichem Aufwand und ggf. mit zusätzlichen Daten erfolgen.
- Zur Überprüfung der Validität wäre ein Vergleich der Berechnungen des Hybrid-Modells zu den bisher etablierten Methoden (Kombination aus Abständen, HPA, RNA) für den konkreten Einzelfall bzw. vorlaufend für eine größere Anzahl an Praxisfällen sinnvoll. Ein Vergleich mit Ergebnissen aus gutachterlicher Einschätzung hätte den Vorteil, dass mit einer großen Anzahl an Bewertungen (einem großen Datensatz) verglichen werden könnte. Zudem könnte man prüfen, wie groß die Unterschiede sind und vor allem, ob es eine Tendenz in eine bestimmte Richtung gibt (Über- / Unterschätzung im Vergleich der Methoden).
- Zur Überprüfung des Modells an sich ist eine entsprechend ausführliche, transparente Dokumentation notwendig. Bisher liegen hierzu als nicht ausreichend einzuschätzende Ausführungen der Pilotstudie vor.

4.2 Anwendungsbereiche

Genehmigungsebene (wo Schwellenwerte erforderlich sind)

Derzeit fehlen für die Anwendung einer probabilistischen Methode auf der Genehmigungsebene folgende Schritte:

- Für die konkrete Anwendung probabilistischer Methoden sind Schwellenwerte erforderlich, die für das sog. Grundrisiko, mindestens aber für die „zulässige zusätzliche vorhabenbezogene Mortalität“ festgelegt werden müssten.
Lösung: rechtliche Setzung; als Grundlage für die rechtliche Setzung können wissen-

schaftliche Überlegungen / Berechnungen zur zulässigen Mortalität dienen. Ein Wissenszuwachs ist zu erwarten, je mehr Daten (3D) aus Telemetrie-Projekten und aus Projekten mit Antikollisionssystemen (kamerabasiert) dazu kommen⁷.

- Für den Rotmilan ist die Methode derzeit prinzipiell ohne weitere Daten einsetzbar (s. dazu unten). Vor der Ausgestaltung für weitere Arten ist zunächst eine weitere Validierung sinnvoll (s. Punkt 4.1). Für Seeadler und Weißstorch liegen geeignete Daten vor, so dass die Methode für diese Arten weiterentwickelt werden könnte (Zeitaufwand ca. sechs Monate). Für die Weihen (Korn-, Wiesen- und Rohrweihe), die untereinander ähnlich im Flugverhalten sind, liegen Daten für die Wiesenweihe vor (auch in den NL), die noch nicht integriert sind. Eine Anwendung ist daher grundsätzlich vorstellbar, erfordert jedoch eine weitere Datenakquise und Integration in das Modell. Für alle weiteren Arten ist eine Anwendung erst denkbar, wenn entsprechende Daten verfügbar sind bzw. verfügbar gemacht werden. Dies wäre mit hohem Aufwand verbunden (vgl. FN 7). Dabei ist zu berücksichtigen, dass artspezifisch ggf. unterschiedliche Erfordernisse abzuleiten sind. So ist die Methode sehr wahrscheinlich für die Arten Schwarzmilan, Fischadler, Schreiadler, Wespenbussard, Uhu (falls überhaupt erforderlich), Baumfalke (aber derzeit noch gar keine Daten) grundsätzlich einsetzbar, sofern die Daten verfügbar sind bzw. verfügbar gemacht werden. Für Steinadler (räumliche Restriktion), Wanderfalke (erratisches Flugverhalten) und Sumpfohreule (extrem selten) ist die Anwendung jedoch grundsätzlich zu hinterfragen.
- Die Umsetzung der Methode in eine für Planungsbüros anwendbare und für die Genehmigungsbehörden überprüfbare „Anwendung“ (in Form z. B. einer „App“).
Lösung: umsetzbar innerhalb eines zu vereinbarenden Zeitraums.
Zudem ist ein Grundverständnis des Modellierungsprozesses essentiell für korrekte und sachgerechte Anwendung des Modells durch Planungsbüros sowie Überprüfbarkeit durch Genehmigungsbehörden.
Lösung: Schulungen / Seminare von Planungsbüros und Behörden.
- Weitere Prüfung / Einschätzung der tatsächlichen Validität des Modells (s. oben unter Kap. 4.1)
- Anwendung für die Bewertung der signifikanten Risikoerhöhung im Einzelfall: das Modell ist sehr komplex und somit im Einzelfall schwer nachvollziehbar; der Einfluss lokaler Verhältnisse (bspw. Einfluss von Nachbarrevieren) ist nur bei Vorhandensein einer breiten empirischen Datenbasis abbildbar.

Genehmigungsebene (wo keine Schwellenwerte erforderlich sind) (relative Vergleiche)

In Fällen, in welchen zwei Situationen miteinander verglichen werden müssen, sind keine Schwellenwerte erforderlich.

- Beispiel Repoweringvorhaben: es muss das „Delta“ zwischen zwei Szenarien bestimmt werden. Bei gegebenen Brutplätzen und Landschaftsstruktur kann das Kollisionsrisiko zwischen zwei Fallsituationen (vor und nach Repowering) berechnet werden. Im Ergebnis

⁷ „Zudem wäre es wünschenswert, wenn für weiterführende Analysen des Ausweichverhaltens standardisierte WEA- und Bewegungsdaten aus kamerabasierten Antikollisionssystemen zur Verfügung gestellt werden, mit welchen Wegpunkte einschließlich der Höhe ermittelt werden.“ (Mercker et al. 2023).

weiß man, ob das Kollisionsrisiko durch das Repowering-Vorhaben für das Brutpaar/Individuum sinkt oder steigt. Mit Bezug zur Erforderlichkeit von Schutzmaßnahmen ist jedoch deren Wirksamkeit bzw. Auswirkung auf die Senkung des Kollisionsrisikos im Modell darzustellen.

- Beispiel planerische Vergleiche von zwei (oder) mehr planbaren Varianten/Szenarien:
 - Vergleich: Situation A mit niedrigem unteren Rotordurchgang mit B mit höherem Rotordurchgang (bei gleichbleibender Anzahl WEA, gleichen Standorten und gleich bleibender Rotorfläche);
 - Vergleich: Situation A : geplante WEA steht in bevorzugtem Habitat vs. Situation B : geplante WEA steht in weniger geeignetes Habitat; beliebige Szenarien denkbar;
 - Vergleich: Situation A ohne und Situation B mit umgesetzten Schutzmaßnahmen (ausgenommen bewirtschaftungsbedingte Abschaltungen).

Abgesehen von den Schwellenwerten gelten aber auch hier die oben genannten, für die Anwendung auf der Genehmigungsebene noch ausstehenden Schritte, wie die Überprüfbarkeit durch Planungsbüros und Genehmigungsbehörden, Einfluss lokaler Verhältnisse und Ereignisse (Mahd- und Ernte im Umfeld der WEA), Überprüfung der Validität und die getroffenen Annahmen)..

Strategische Ebene (vorgelagerte Planungsebene)

Das Hybrid-Modell eignet sich potenziell für die Ableitung genereller Aussagen, die dann für die einzelfallspezifische Bearbeitung hilfreich sein könnten (bspw. qualifizierte Ableitung von Abständen, Kollisionsrisiken in Abhängigkeit von der Rotorunterkante, etc.). Dies kann insbesondere vor dem Hintergrund der durch die EU-Notfall-VO und die nationale Umsetzung der Regelungen im WindBG verstärkten Bedeutung der Berücksichtigung artenschutzrechtlicher Belange auf vorgelagerter Planungsebene sinnvoll sein.

Mögliche Anwendungsbereiche der „probabilistischen Methoden“ auf der vorgelagerten Ebene sind die Folgenden, wobei die Einschränkungen bezogen auf die kurzfristige Anwendbarkeit für weitere Arten außer Rotmilan sowie die Anwendbarkeit / Überprüfbarkeit durch Planungsbüros und Genehmigungsbehörden und Überprüfung der Validität auch hier gelten:

- Ergänzung bzw. Operationalisierung der Habitatpotenzialanalysen, z. B. dort, wo empirische Daten zu Habitatbevorzugung und -meidung fehlen (s. Reichenbach et al.; im Entwurf)
- Unterstützung bzw. Verfeinerung der Ermittlung von Dichtezentren/Schwerpunktvorkommen aufgrund empirischer Datengrundlagen zur Habitatnutzung; hierfür sind Modellierungen der „Brutplatzwahl“ erforderlich.
- Erstellung von regionalen Konfliktrisikokarten; auch hierzu ist die Methode um die Modellierung der „Brutplatzwahl“ zu erweitern.
- Strategische Planungen: Es können für beliebige regionale Szenarien aus Brutplatz-Verortung und WEA (Bestand oder Planungen) die Kollisions-/Tötungsrisiken für (lokale) Populationen berechnet und verglichen werden. Dadurch können Auswirkungen der Umsetzung von Flächenzielen ermittelt werden (um ggf. regional umzusteuern), bzw. im Rahmen der Ausweisung von Windenergiegebieten die Auswahl möglichst konfliktarmer Potenzialflächen von vornherein unterstützt werden. Ggf. kann hieraus die Erforderlich-

keit zur Festlegung geeigneter und verhältnismäßiger Minderungsmaßnahmen abgeleitet bzw. objektiviert werden.

- Es können Szenarien für mögliche Genehmigungsaufgaben (z. B. Höhe der unteren Rotor-kante) verglichen werden.

Beschleunigungseffekte

Vor dem Hintergrund der bisher genannten Punkte wird deutlich, dass die Anwendung der Methode nach Mercker et al. 2023 kurzfristig nicht umsetzbar ist, so dass damit keine Beschleunigungseffekte erreicht werden können. Zu nennen sind hier insbesondere die folgenden Punkte:

- Für den Großteil der kollisionsgefährdeten Vogelarten kann die Methode erst nach umfangreichen Datenerhebungen und Validierungen entwickelt und angewandt werden.
- Für die Anwendung in der Praxis fehlt es derzeit an einem geeigneten Anwendungs-Tool. Darüber hinaus müssten – damit es nicht bei einer Black Box bleibt - für die Nachvollziehbarkeit des komplexen Modells umfangreiche Schulungen stattfinden (die ohnehin knappes Personal und Kapazitäten binden).
- Die Studie selbst benennt für die Anwendung in der Praxis erforderliche Anpassungen (z. B. Mikro-Avoidance; Habitatmodellierung).
- Schwellenwerte, die zur Anwendung bei der Beurteilung des Kollisionsrisikos im Einzelfall erforderlich sind, liegen nicht vor und müssten erarbeitet und abgestimmt werden.
- Eine Einführung einer gänzlich neuen Methode zur Bewertung des Tötungsrisikos nach BNatSchG würde möglicherweise zu einer weiteren Ressourcenbindung führen, da bereits jetzt durch eine Vielzahl an und ein Nebeneinander von neuen Regelungen die erforderlichen Beschleunigungseffekte geringer ausfallen als erwartet.

5 Fazit

Vor dem Hintergrund der derzeitigen Situation stellt sich die grundsätzliche Frage, welchen Nutzen bzw. welche Vorteile die Anwendung eines probabilistischen Ansatzes mit sich bringt.

Die derzeitige Situation ist bereits geprägt durch anderweitige Aktivitäten zur drastischen Beschleunigung der Energiewende bzw. der deutlichen Erhöhung der Ausbauziele für die Windenergie in kurzer Zeit. Zur Reduzierung der Hemmnisse, die sich aus der Berücksichtigung artenschutzrechtlicher Belange ergeben, wurden im Rahmen des sogenannten Osterpakets einige Regelungen getroffen. So wurden die in den Bundesländern bereits etablierten Herangehensweisen mit den Regelungen im BNatSchG weiter konkretisiert und standardisiert (Bestimmung kollisionsempfindlicher Brutvogelarten, Regelvermutungen zur Signifikanzermittlung auf der Basis artspezifisch festgelegter Prüfbereiche, Definition fachlich anerkannter Schutzmaßnahmen, Fokussierung des Aufwands der Bestandserfassung auf das erforderliche Maß mit Schwerpunkt auf der Methode der HPA, Anforderungen an die Ausnahme). Auch das Vorgehen zur HPA wird in einer Rechtsverordnung zukünftig weiter konkretisiert und standardisiert werden.

Hier stellt sich die Frage, ob es der Beschleunigung der Energiewende dienlich ist, eine weitere Methode zu entwickeln, die vor dem Hintergrund der beschriebenen Aspekte zumindest kurzfristig nicht für sämtliche Arten zur Verfügung steht (hoher Aufwand der Datenermittlung, Evaluations- und Validierungsprozess, Definition von erforderlichen Schwellenwerten). So erscheint die nach Mercker et al. entwickelte Methode für die Beurteilung der signifikanten Risikoerhöhung bisher ausschließlich für den Rotmilan geeignet. Auch hier scheitert die kurzfristige Anwendung jedoch an der Nicht-Anwendbarkeit des Modells und dem noch zu definierendem Schwellenwert, der wohl aufgrund der (fachlichen und rechtlichen) Komplexität der Fragestellung nicht kurzfristig entwickelt werden wird.

Auf der anderen Seite wurde durch die EU-Notfall-VO und die nationale Umsetzung der Regelungen im WindBG die Möglichkeit geschaffen, die artenschutzrechtliche Prüfung auf die vorgelagerte Ebene zu verlagern, so dass innerhalb ausgewiesener Windenergiegebiete eine differenzierte artenschutzrechtliche Prüfung im Sinne von Kartierungen und methodischen Bewertungsschritten nicht mehr durchzuführen ist. Für diese Bereiche wird daher eine differenzierte Betrachtung in Zukunft ohnehin entfallen. Es erscheint daher sinnvoll und zielführender zu sein, die probabilistischen Ansätze für andere Anwendungsbereiche zu nutzen und weiter zu entwickeln (z. B. Habitatmodellierungen, Ableitung allgemeiner Aussagen, Validierung der artspezifischen Abstände), um somit etwa die Ausweisung von Windeignungsgebieten / Beschleunigungsgebieten auf belastbare, und vergleichbare objektive fachliche Grundlagen zu stellen.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- ARSU & OekoFor (2023): Identiflight als Schutzmaßnahme für den Seeadler (*Haliaeetus albicilla*) Untersuchungen zur Wirksamkeit sowie artenschutzrechtliche Einordnung.
- Bernotat, D. & Dierschke, V. (2021): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen – Teil I: Rechtliche und methodische Grundlagen, 4. Fassung, Stand 31.08.2021, 193 S.
- Blew, J., Abrecht, K., Reichenbach, M., Bußler, S., Grünkorn, T., Menke, K. & O. Middeke (2018): Wirksamkeit von Maßnahmen gegen Vogelkollisionen an Windenergieanlagen. BfN-Skripten 518.
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung) (2011): Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau (RLBP). Bonn.
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) (2020): Leitfaden zur Berücksichtigung des Artenschutzes bei Aus- und Neubau von Bundeswasserstraßen. Download unter: https://www.bafg.de/DE/08_Ref/U1/01_Arbeitshilfen/04_Artenschutz/artenschutz-leitfaden.pdf?__blob=publicationFile [Mai 2023]
- BMDV (Bundesministerium für Digitales und Verkehr) (2022): Handbuch für die Vergabe und Ausführung von freiberuflichen Leistungen der Ingenieure und Landschaftsarchitekten im Straßen- und Brückenbau (HVA F-StB): Leistungen und Bewertung für die Umweltbaubegleitung (UBB), Bonn.
- MU (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz) (2016): Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land (Windenergieerlass). Nds. MBl. Nr. 7/2016. Gem. RdErl. d. MU, d. ML, d. MS, d. MW u. d. MI v. 24. 2. 2016. Download unter: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/windenergieerlass/windenergieerlass-133444.html> [Mai 2023]
- MULNV & FÖA (2021): Methodenhandbuch zur Artenschutzprüfung in NRW – Bestandserfassung, Wirksamkeit von Artenschutzmaßnahmen und Monitoring, Aktualisierung 2020. Forschungsprojekt des MKULNV Nordrhein-Westfalen. (Az.: III-4 - 615.17.03.15). Bearb. FÖA Landschaftsplanung GmbH (Trier): Ute Jahns-Lüttmann, Moritz Klußmann, Jochen Lüttmann, Jörg Bettendorf, Clara Neu, Nora Schomers, Rudolf Uhl & S. Sudmann Büro STERNA. Schlussbericht (online).
- MULNV & LANUV (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen und Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) (2017): Umsetzung des Arten- und Habitatschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Nordrhein-Westfalen (10.11.2017). Download unter: https://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/web/babel/media/20171110_nrw%20leitfaden%20wea%20artenhabitatschutz_inkl%20einfuehrungserlass.pdf [Mai 2023]
- HMUKLV & HMWEVW (Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz & Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen) (2020): Gemeinsamer Runderlass des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen; Verwaltungsvorschrift (VwV) „Naturschutz/Windenergie“