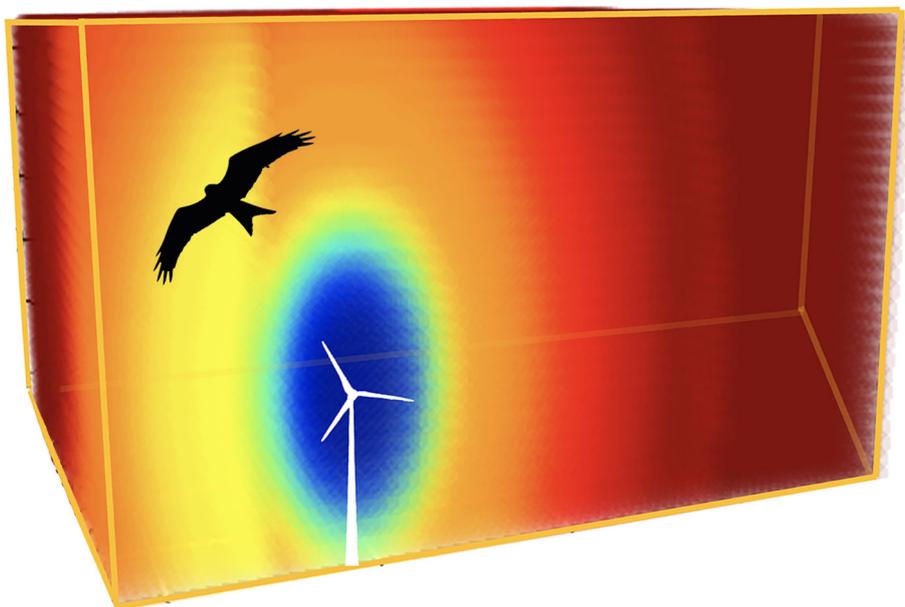


# Pilotstudie „Erprobung Probabilistik“

## Zusammenfassung

Dr. Moritz Mercker, Dr. Jannis Liedtke, Dr. Thilo Liesenjohann, Jan Blew



Husum, Mai 2023

Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV)

---

<b>Auftraggeber:</b>	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) Mainzer Str. 80 65189 Wiesbaden	
<b>Vorhaben:</b>	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.	
<b>Stand:</b>	Mai 2023	
<b>Auftragnehmer:</b>	BioConsult SH GmbH & Co. KG Schobüller Straße 36 25813 Husum www.bioconsult-sh.de j.blew@bioconsult-sh.de	Bionum GmbH – Büro für Biostatistik Finkenwerder Norderdeich 15 A 21129 Hamburg www.bionum.de mmercker@bionum.de
<b>Bearbeiter:</b>	Dr. Moritz Mercker Dr. Jannis Liedtke Dr. Thilo Liesenjohann Jan Blew	
<b>Zitiervorschlag:</b>	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)	

## Zusammenfassung

### 1 Veranlassung und Einleitung

Die Auswirkungen der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen (WEA) auf Vögel werden in vier Kategorien eingeteilt: Tötung (in der Regel durch Kollision mit den Rotorblättern, aber auch mit dem Turm), Verdrängung durch Störung, Barriere-Effekte (bzgl. ziehender Vögel), sowie direkter Habitatverlust bspw. durch Fundamente, Kranstellflächen oder Zuwegungen (Drewitt und Langston, 2006). Im Rahmen der Pilotstudie „Erprobung Probabilistik“ wird ausschließlich der Verbotstatbestand der Tötung, gemäß § 44 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG), betrachtet.

Der Beschluss der Sonder-Umweltministerkonferenz vom 11. Dezember 2020 beginnt mit der Feststellung: *„Die Umweltministerkonferenz (UMK) betont unter Bezug auf ihre Beschlüsse vom 15. Mai 2020 (94. UMK, TOP 4/6) und 13. November 2020 (95. UMK, TOP 7) sowie angesichts des hohen öffentlichen Interesses an der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien die Notwendigkeit rechtssicherer Bewertungsmaßstäbe in Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen.“*

Punkt 7 führt aus: *„Die UMK beauftragt eine Lenkungsgruppe, bestehend aus den Amtschefinnen und Amtschefs der Umweltressorts des Bundes und der Länder mit der vordringlichen Bearbeitung folgender Arbeitspakete: [...] Analyse fachlicher und rechtlicher Voraussetzungen sowie Möglichkeiten für die Nutzung probabilistischer Verfahren für die Signifikanzbestimmung in Genehmigungsverfahren. Dies umfasst eine theoretische und praktische Erprobung probabilistischer Verfahren und Methoden u. a. im Rahmen von Pilotprojekten in den Ländern. Ziel ist es, die Entwicklung konsistenter und bundesweit übertragbarer Verfahren sicherzustellen.“*

BIOCONSULT SH, Husum und BIONUM, Hamburg, wurden vom HESSISCHEN MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ für die hiermit vorliegende Pilotstudie Probabilistik beauftragt. In dieser geht es um die Erprobung probabilistischer Methoden hinsichtlich ihrer fachlichen Voraussetzungen für eine Ermittlung des vorhabenbezogenen Tötungsrisikos von kollisionsgefährdeten Brutvogelarten an Windenergieanlagen.

Während der Projektlaufzeit wurde in der aktuellen Novellierung des BNatSchG (letzte Fassung Dezember 2022) dem § 74 unter anderem der Absatz 6 angefügt, welcher besagt: *„Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz prüft gemeinsam mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz unter Einbeziehung der maßgeblich betroffenen Verbände die Einführung einer probabilistischen Methode zur Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit und legt dem Bundeskabinett hierzu bis zum 30. Juni 2023 einen Bericht zur Einführung der Methode oder einen Vorschlag zur Anpassung dieses Gesetzes oder eine Rechtsverordnung zur Einführung der Methode nach Maßgabe von § 54 Absatz 10c Nummer 1 vor. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz evaluiert gemeinsam mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz die in den §§ 45b bis*

45d enthaltenen Bestimmungen über einen Zeitraum von zwei Jahren ab dem 1. Februar 2023 und danach alle drei Jahre.“<sup>1</sup>

In der Begründung zur Novellierung des BNatSchG wird weiter ausgeführt: „Mit dem Begriff der ‚Probabilistik‘ wird allgemein der Grundansatz bezeichnet, im Rahmen der Signifikanzprüfung mit Mitteln der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu arbeiten, um festzustellen, ob bei Durchführung eines Vorhabens eine signifikante Erhöhung des Tötungs- oder Verletzungsrisikos für Exemplare betroffener Arten mit Blick auf ein sich dadurch ergebendes Kollisionsrisiko anzunehmen ist.“ (Drucksache 20/2354 – der Begriff ‚Signifikanz‘ bezieht sich hier nicht auf die statistische Signifikanz, sondern auf den im Artenschutzrecht verwendeten Begriff). Folglich sollte die Anwendung probabilistischer Methoden eine fachlich fundierte, rechtssichere und vereinfachte Bewertung des Tötungsrisikos ermöglichen.

Im Bericht zur „Pilotstudie Probabilistik“ wird zuerst ein Überblick und allgemeiner Vergleich von existierenden Kollisionsrisikomodellen gegeben. Es werden dann Vertreter zwei grundsätzlich unterschiedlicher Klassen von Modellen weiter untersucht und verglichen: die „mechanistischen“ und die „empirischen Kollisionsrisikomodelle“. Insbesondere werden zuerst für den mechanistischen Ansatz die vorhandenen existierenden Ideen und Modelle erläutert, um dann im Weiteren eine Verbesserung/Erweiterung der Ansätze in Form des sog. „Hybrid-Modells“ (welches eine Habitatmodellierung mit der Kollisionsmodellierung verbindet) zu entwickeln, zu erläutern und intensiv mit externen Daten und Arbeiten zu validieren. Basis für die Entwicklung dieses Hybrid-Modells ist eine große Anzahl von zur Verfügung gestellten Daten (GPS-Daten, Laser Rangefinderdaten und Radardaten). Die empirischen Kollisionsrisikomodelle werden im Anschluss ebenfalls erläutert, näher untersucht und vergleichend eingeordnet; diese erweisen sich aufgrund des enormen benötigten experimentellen Aufwands als derzeit weniger geeignet für die Praxis.

Mit der Anwendung von Kollisionsrisikomodellen verbunden sind zudem Fragen nach Schwellenwerten, welche in einem gesonderten Kapitel beschrieben und bewertet werden. Abschließend wird ein Fazit gezogen und Anwendungsvorschläge für die Praxis vorgestellt. Nicht zuletzt wird darauf hingewiesen, dass weitere theoretische Anpassungen und externe Evaluierungen für die Anwendung in der Praxis erforderlich, jedoch mit überschaubarem Aufwand realisierbar sind.

## 2 Datengrundlagen, Methoden und Ergebnisse

### 2.1 Datengrundlagen

Um sämtliche für das Hybrid-Modell benötigten Parameter empirisch bestimmen sowie eine Validierung mit externen empirischen Daten durchführen zu können, wurden unterschiedliche Daten akquiriert. Diese unterteilen sich in vier Blöcke, namentlich WEA-Daten, Vogelbewegungsdaten,

---

<sup>1</sup> § 54 (Überschrift Ermächtigungen) führt nur aus, dass es Anpassungen der Artenlisten, Schutzmaßnahmen und Methoden geben kann, welche durch Rechtsverordnung eingeführt werden.

§ 45b bis d regelt den Artenschutz, das Repowering, die Artenhilfsprogramme.

Vogelschlagdaten und Habitatdaten und sind im Folgenden (u. U. nebst Aufbereitungsschritten) näher beschrieben.

**WEA-Daten.** Um empirisch basiert Vogelreaktionen auf WEA untersuchen zu können, müssen alle WEA-Standorte, -Metriken (mindestens WEA-Höhe und Rotordurchmesser) und -Zeiträume (Zeitpunkt der Fertigstellung und ggf. des Abbaus) vorliegen. Hierfür wurden die in Manske et al. (2022) beschriebenen Daten verwendet (aufbereitet durch das Helmholtz Zentrum für Umweltforschung und das Deutsche Biomasseforschungszentrum), die unseres Erachtens derzeit den vollständigsten und best-validierten WEA-Datensatz für Deutschland darstellen. Eine zusätzliche Validierung dieses Datensatzes erfolgte stichprobenartig mittels Daten aus den öffentlich verfügbaren Datensätzen der einzelnen Bundesländer sowie aus dem Marktstammdatenregister.

**Vogelbewegungsdaten.** Auf Anfrage wurden uns insgesamt 19 verschiedene Datensätze (GPS-Daten, Laser-Rangefinderdaten und Radardaten) zur Verfügung gestellt (für einen Überblick/Kenngrößen siehe Abb. 3.1. im Bericht). Damit standen uns knapp 70.000.000 GPS-Datenpunkte sowie 120.000 LRF- und Radar-Datenpunkte zur Verfügung. Radardaten bezogen sich ausschließlich auf den Seeadler und wurden im betreffenden Projekt bereits hinreichend validiert. Alle Daten wurden harmonisiert (u. a. hinsichtlich des verwendeten geografischen Koordinatensystems) und in enger Rücksprache mit den Autoren:innen auf vielfältige Art und Weise plausibilisiert (wie z. B. über Histogramm- und örtliche Plots). Zudem wurden Flughöhen (bspw. gegeben über dem Meeresspiegel) in Flughöhen über Grund mit Hilfe des European Digital Terrain Model (EU DTM - <https://opengeo-hub.org>) bzw. des Copernicus DEM Modells (<https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem>) umgerechnet.

**Vogelschlagdaten.** Für die empirische Validierung der Vorhersagen des Hybrid-Modells durch mechanistische CRM wurden Daten aus Projekten benötigt, in denen sowohl der Vogelflug als auch der Vogelschlag erfasst wurde. Diesbezügliche Daten stammen aus dem PROGRESS-Projekt (Grünkorn et al., 2016 & 2017).

**Habitatdaten.** Europaweite Habitatdaten wurden vom Copernicus Corine Land Cover (CLC)-Projekt genutzt. Insbesondere wurden die CLC18er Daten im Rasterformat (100 x 100 Meter Auflösung) verwendet (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>). Hier sei angemerkt, dass für zukünftige Verbesserungen des hier präsentierten Ansatzes Habitatvariablen mit höherer örtlicher und/oder zeitlicher Auflösung sowie eine Verfeinerung/Anpassung der Kategorien wünschenswert (bzw. für manche Arten erforderlich) wären. Erkenntnisse zur Attraktion von kleineren Gehölzstrukturen (Hecken und Baumreihen) auf den Rotmilan können bisher bspw. nicht berücksichtigt werden.

## 2.2 Methodische Neuentwicklungen und Vergleich zu bisherigen Ansätzen

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass mechanistische Kollisionsrisikomodelle – insbesondere im Zusammenspiel mit einer empirisch gut fundierten Raumnutzungsprognose („Hybrid-Modell“) – grundsätzlich ein geeignetes Werkzeug für die realistische Schätzung von vorhabenbezogenen Kollisionsrisiken darstellen. Insbesondere stellt die präsentierte Methode sowohl konzeptionell als auch bzgl. des empirischen Fundaments (wie es für den Rotmilan vorliegt) eine deutliche Verbesserung gegenüber reinen WEA-Brutplatz-abstandsbasierten Annahmen, Habitatpotenzialanalysen

(HPAs), Raumnutzungsanalysen (RNAs) und/oder darauf basierenden verbal-argumentativen Beurteilungen dar, weil eine realistischere und objektivere lokale Bewertung ermöglicht wird. Im Vergleich zu jüngst von anderen Autor:innen präsentierten und diskutierten probabilistischen Methoden zeigt 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), durch intensive qualitative und quantitative Validierung der Modellprognosen im Vergleich zu externen Daten und Studien sowie durch die Quantifizierung von empirischen Schätzunsicherheiten. Vor einer Anwendung in der Praxis müssten allerdings noch einige Punkte bearbeitet/ausgearbeitet werden (s. u.). Zusammengefasst stellt die präsentierte Methode einen deutlichen Schritt hin zu realistischeren Bewertungen des vorhabenbezogenen Vogelschlagrisikos dar.

## 2.3 Berechnung des vorhabenbezogenen Kollisionsrisikos

Unsere Analyse legt nahe, dass sich das Kollisionsrisiko aus einem komplexen Zusammenspiel von u. a. lokalem Habitat, Flughöhe und -aktivität, WEA-Eigenschaften und Abstand zwischen WEA und Brutplatz zusammensetzt. Aus diesem Grund können stark vereinfachte Betrachtungen (wie reine WEA-Brutplatz-abstands-basierte Regelungen) der Realität vermutlich häufig nicht gerecht werden und es ist daher ein hoher Anteil an Fehleinschätzungen bei der Betrachtung lokaler Konstellationen mit simplifizierten Betrachtungen möglich. Zudem liegt für die bisherigen (bspw. abstands-basierten) Methoden keine empirische Validierung der geschätzten Kollisions-Größenordnungen vor.

Wir empfehlen daher (nach Über- bzw. Ausarbeitung weniger, aber entscheidender Aspekte – s. u.) den systematischen Einsatz des Hybrid-Modells zur Beurteilung vorhabenbezogener lokaler Konstellationen. Das Hybrid-Modell kann prinzipiell die o. g. komplexen Zusammenhänge im Zusammenspiel mit der lokalen Konstellation berücksichtigen, daher ist eine geringere Rate an Fehleinschätzungen verglichen bspw. zu rein abstands-basierten Abschätzungen zu erwarten. Als rechnerisches Resultat des Hybrid-Modells kann für jede beliebige (reale oder hypothetische/geplante) Situation das vorhabenbezogene Kollisionsrisiko prognostiziert werden, i. d. R. pro Nest/Individuum und Saison (an einer oder mehreren WEA). Das Hybrid-Modell ermöglicht es auch, den Einfluss von verschiedenen Schutzmaßnahmen (wie bspw. Änderungen im lokalen Habitat oder der Höhe des unteren Rotordurchgangs einer WEA) auf das Kollisionsrisiko zu quantifizieren. In Repowering-Vorhaben können somit die Kollisionsrisiken für den Ist-Zustand dem geplanten Zustand gegenübergestellt werden und somit Änderungen des Kollisionsrisikos durch das Repowering-Vorhaben bewertet werden. Es sei zudem angemerkt, dass sich das Modell prinzipiell auch mit Schätzungen oder Messungen von lokalem Vogelfluggeschehen statt Brutplatz-Informationen parametrisieren lässt.

## 2.4 Entwicklungspotenzial und -bedarf

### 2.4.1 Daten und methodische Aspekte

Bevor die präsentierte Methode praktisch zum Einsatz kommt, wird empfohlen, diese noch in wenigen, aber wesentlichen Punkten zu verbessern, um das Risiko systematischer Verzerrungen zu

minimieren. Insbesondere empfehlen wir eine empirisch besser fundierte Schätzung der Mikroavoidance, sowie die Nutzung von Habitatvariablen mit höherer zeitlicher und örtlicher Auflösung und eine Verfeinerung/Anpassung der Habitatkategorien.

Zudem kann die Methode derzeit nur Berechnungen für das Kollisionsrisiko des Rotmilans liefern. Für weitere Arten reicht die existierende Datengrundlage u. U. für die Anwendung der Methode aus, müsste aber noch angepasst und evaluiert werden. Für weitere Arten empfehlen wir zudem, dass, wie beim Rotmilan schon geschehen, eine ausreichend hohe Individuenzahl der Brutvogelpopulation mit modernen Sendern versehen wird, welche eine gute zeitliche und räumliche Auflösung einschließlich der Flughöhe ermöglichen. Grobe Abschätzungen aus den verfügbaren Daten legen mindestens 50 - 100 benötigte besenderte Individuen je Art nahe, mit einer Taktung der gesendeten Signale von 30 Sekunden oder kleiner (wenigstens in WEA-Nähe). Für eine Analyse von Mikro-Reaktionen sind vermutlich 1-Sek-Daten nötig. Zudem wäre es wünschenswert, wenn für weiterführende Analysen des Ausweichverhaltens standardisierte WEA- und Vogelbewegungsdaten aus kamerabasierten Antikollisionssystemen zur Verfügung gestellt werden, mit welchen Wegpunkte einschließlich der Höhe ermittelt werden.

Alternativ oder ergänzend zur o. g. Besenderung könnten auch Analogieschlüsse diskutiert werden, bei denen die Ergebnisse (bspw. zum Ausweichverhalten) von Arten mit ausreichender Datengrundlage auf andere Arten übertragen werden – analog zur derzeitigen Vorgehensweise im Kontext der Bewertung von Vogelschlag an Freileitungen (Liesenjohann et al. 2019 & 2020).

Abschließend sei angemerkt, dass sich das präsentierte Hybrid-Modell mit überschaubaren Anpassungen auf weitere derzeit relevante Problemstellungen anwenden lässt, wie die Habitatpotenzialanalyse sowie dem Identifizieren großräumiger, mit relativ niedrigem Kollisionsrisiko behafteter Gebiete, was wiederum für die Festlegung von sog. Windenergiegebieten (s. § 2 und § & WindBG) von Interesse sein kann.

#### **2.4.2 Aspekte der Praxis/Anwendbarkeit**

Für die Anwendung in der Praxis sind zwei Punkte von großer Bedeutung: die Qualitätssicherung sowie die praktische Anwendung und Nachvollziehbarkeit im Kontext von gutachterlichen Tätigkeiten. Beide Punkte waren nicht Bestandteil der vorliegenden Studie, müssten aber u. E. bearbeitet werden, bevor die Methode in der Praxis angewendet werden kann.

Hinsichtlich der Qualitätssicherung wurden zwar die Komponenten und Vorhersagen des präsentierten Hybrid-Modells auf vielfältige Art und Weise mittels externer empirischer Daten qualitativ und quantitativ validiert/plausibilisiert, sowie methodische Aspekte des Modells ausführlich dokumentiert und im Rahmen der projektbegleitenden Arbeitsgruppe (PAG) begutachtet, sodass eine prinzipielle methodische Nachvollziehbarkeit durch die Fachwelt gegeben ist. Trotzdem ist eine zusätzliche externe fachliche Validierung der Modellbildung und eine schlussendliche Anwendungsempfehlung oder gar Vorgabe in Genehmigungsverfahren ein wichtiger noch ausstehender Schritt. Weitere empirische Untersuchungen zur Überprüfung der Prognosen des Hybrid-Modells sind zwar wünschenswert, aber aus unserer Sicht nicht zwingend; als wichtiger erachten wir vor allem die Anpassung des Hybrid-Modells an weitere Vogelarten. Die im Rahmen der vorliegenden Studie

bereits durchgeführten Vergleiche/Validierungen für den Rotmilan werden als ausreichend betrachtet.

Im Kontext der praktischen (gutachterlichen) Anwendung muss zum einen eine einfache Benutzbarkeit der Methode (z. B. durch Bereitstellung einer bedienungsfreundlichen Software) gegeben sein und zum anderen ein Grundverständnis des Modellierungsprozesses vorliegen, damit das Modell korrekt und sachgerecht angewendet werden kann und die Ergebnisse durch eine Genehmigungsbehörde geprüft werden können.

### 3 Herleitung von Schwellenwerten

Mit der Anwendung des oben hergeleiteten Hybrid-Modells ergibt sich die Möglichkeit, die dort ermittelten quantitativen Werte direkt zu einem ebenfalls quantitativen Schwellenwert der zulässigen zusätzlichen vorhabenbezogenen Mortalität in Bezug zu setzen, um die Zulässigkeit eines Windenergieplanungs-Projekts direkt zu ermitteln. Gemäß § 44 BNatSchG ist die Zulässigkeit eines Projekts weiterhin an die Bedingung gebunden, dass das individuelle Tötungsrisiko nicht signifikant erhöht werden darf, wobei „signifikant“ hier nicht im statistischen sondern im artenschutzrechtlichen Sinne verstanden wird.

Während mit dem Hybrid-Modell aufgrund der Nutzung einer Vielzahl neuer empirischer Daten eine valide, wenn auch aus unserer Sicht noch in wenigen Punkten verbesserungswürdige Methode vorgestellt wird, welche vorerst für den Rotmilan umgesetzt werden kann, ist die Herleitung eines artspezifischen Schwellenwerts der zulässigen zusätzlichen vorhabenbezogenen Mortalität sowohl fachlich als auch rechtlich nicht trivial. Die Ermittlung der vorhabenunabhängigen Mortalität, auf welche ein Schwellenwert der zulässigen zusätzlichen Mortalität Bezug nimmt, unterliegt zahlreichen Einflussgrößen. Ein einheitlicher Wert z. B. für den Rotmilan ist noch zu ermitteln. Die zulässige Höhe zusätzlicher vorhabenbezogener Mortalität kann einerseits populationsbiologisch, also artenschutzfachlich ermittelt werden, andererseits ist sie aber auch rechtlich-wertend festzulegen.

Für den Fall, dass eine Einigung über die Höhe einer zulässigen zusätzlichen vorhabenbezogenen Mortalität erfolgt ist, sind Fragen der Kumulation zu klären: werden die zusätzlichen Mortalitätsraten für die Genehmigung weiterer WEA im gleichen Windpark addiert? Wie bewertet man diese Werte im Fall einer projektübergreifenden Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), in welcher ausdrücklich die kumulativen Auswirkungen mitbetrachtet werden müssen?

Mit weiteren Projekten zur Besenderung von kollisionsgefährdeten Brutvogelarten sowie mit weiteren standardisierten WEA- und Vogelbewegungsdaten z. B. aus kamerabasierten Antikollisionsystemen ist eine ständig zunehmende empirische Datengrundlage zu erwarten. Diese wird dazu beitragen, relevante Schätzungen und Einschätzungen kontinuierlich zu verbessern und zu untermauern. Damit verbunden ist jedoch auch die Aufgabe, methodische Aspekte und Schwellenwertsetzungen vor dem Hintergrund neuer Erkenntnisse und Daten regelmäßig zu aktualisieren und zu validieren.

Im Fazit wird angenommen, dass wir mit der vorliegenden Pilotstudie und der Entwicklung des Hybrid-Modells dem vorrangigen Ziel nähergekommen sind, für Genehmigungsverfahren eine fachlich valide, nachvollziehbare und überprüfbare Methode bereit gestellt zu haben, um das vorhabenbezogene Kollision- bzw. Tötungsrisiko objektiv bewerten und quantifizieren zu können. Neben

diesem Aspekt wird mit dem Hybrid-Modell für derzeit relevante Problemstellungen wie die Habitatpotenzialanalyse oder im größeren Rahmen die Erstellung regionaler Konfliktrisikokarten ebenfalls eine geeignete Basis zur Verfügung gestellt.

## 4 Referenzen

Drewitt, A.L., Langston, R.H.W., 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148, 29–42.

Grünkorn, T., Blew, J., Coppack, T., Krüger, O., Nehls, G., Potiek, A., Reichenbach, M., von Rönn, J., Timmermann, H., Weitekamp, S., 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.

Grünkorn, T., Blew, J., Krüger, O., Potiek, A., Reichenbach, M., Von Rönn, J., Timmermann, H., Weitekamp, S., Nehls, G., 2017. A large-scale multispecies assessment of avian mortality rates at land-based wind turbines in Northern Germany, in: Köppel, J. (Ed.), *Wind Energy and Wildlife Interactions. Presentations from the CWW2015 Conference*. Springer, pp. 43–64.

Liesenjohann, M., Blew, J., Fronczek, S., Reichenbach, M., Bernotat, D., 2020. Wirksamkeit von Vogelschutzmarkern. Ein Fachkonventionsvorschlag zur Minderungswirkung an Freileitungen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 52, 184–190.

Liesenjohann, M., Blew, J., Fronczek, S., Reichenbach, M., Bernotat, D., 2019. Artspezifische Wirksamkeiten von Vogelschutzmarkern an Freileitungen. Methodische Grundlagen zur Einstufung der Minderungswirkung durch Vogelschutzmarker - ein Fachkonventionsvorschlag (No. BfN-Skripten 537). Bonn - Bad Godesberg (DEU).

Manske, D., Grosch, L., Schmiedt, J., Mittelstädt, N., Thrän, D., 2022. Geo-Locations and System Data of Renewable Energy Installations in Germany. *Data* 7, 128. <https://doi.org/10.3390/data7090128>