

F&E-Vorhaben Windenergie, Abschlussbericht 2016

# **Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS), Zusammenfassung**

Verbundprojekt, Förderkennzeichen 0325300 A-D



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Schlussbericht

Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS)

Förderkennzeichen 0325300 A-D

Laufzeit: 01.11.2011 bis 30.06.2015

## Autoren

BioConsult SH: Thomas Grünkorn, Jan von Rönn, Jan Blew & Georg Nehls

ARSU GmbH: Sabrina Weitekamp, Hanna Timmermann & Marc Reichenbach

IfAÖ: Timothy Coppack

Lehrstuhl für Verhaltensforschung: Astrid Potiek & Oliver Krüger

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundes anfänglich durch das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit später durch das Ministerium für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 0325300 A-D gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

## Zitiervorschlag

GRÜNKORN, T., J. BLEW, T. COPPACK, O. KRÜGER, G. NEHLS, A. POTIEK, M. REICHENBACH, J. von RÖNN, H. TIMMERMANN & S. WEITEKAMP (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.

WEITEKAMP, S., H. TIMMERMANN & M. REICHENBACH (2016): Validierung des Band-Modells. In: GRÜNKORN, T., J. BLEW, T. COPPACK, O. KRÜGER, G. NEHLS, A. POTIEK, M. REICHENBACH, J. von RÖNN, H. TIMMERMANN & S. WEITEKAMP (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.

## Verbundprojekt mehrerer Kooperationspartner

Das Forschungsvorhaben „Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen, (Kurztitel PROGRESS)“ ist ein Kooperationsprojekt der drei Gutachterbüros Bio-Consult SH GmbH & Co. KG, der ARSU GmbH, der IfAÖ GmbH sowie dem Lehrstuhl für Verhaltensforschung der Universität Bielefeld.



### Anschriften der Kooperationspartner:

BioConsult SH GmbH & Co. KG  
Dr. Georg Nehls (Projektleiter)  
Schobüller Straße  
25813 Husum  
Tel: 04841 6632911  
Fax: 04841 6632919  
[g.nehls@bioconsult-sh.de](mailto:g.nehls@bioconsult-sh.de)

ARSU (Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung) GmbH  
Dr. Marc Reichenbach  
Escherweg 1  
26121 Oldenburg  
Tel: 0441 9717493  
Fax: 0441 9717473  
[reichenbach@arsu.de](mailto:reichenbach@arsu.de)

IfAÖ Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH  
Dr. Timothy Coppack  
Carl-Hopp-Straße 4a  
18069 Rostock  
Tel: 0381 252312-00  
Fax: 0381 252312-29  
[coppack@ifaoe.de](mailto:coppack@ifaoe.de)

Lehrstuhl für Verhaltensforschung  
Universität Bielefeld  
Prof. Dr. Oliver Krüger  
Postfach 100131  
33501 Bielefeld  
Tel: 0521 1062842  
[oliver.krueger@uni-bielfeld.de](mailto:oliver.krueger@uni-bielfeld.de)

---

## INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG.....	6
2	SUCHE NACH KOLLISIONSOPFERN .....	7
3	SCHÄTZUNG DER ANZAHL KOLLIDIERTER VÖGEL .....	8
4	WIE FLIEGEN VÖGEL IN WINDPARKS?.....	9
5	VALIDIERUNG DES BAND-MODELLS.....	10
6	MODELLIERUNG DER AUSWIRKUNGEN DER MORTALITÄT AUF POPULATIONSEBENE ....	13
7	MODELLIERUNG DER EFFEKTE VON HABITATFAKTOREN FÜR DAS KOLLISIONSRISIKO ....	14
8	PLANUNGSBEZOGENE KONSEQUENZEN FÜR DIE PROGNOSE UND BEWERTUNG DES KOLLISIONSRISIKOS .....	15
9	FAZIT .....	17

# 1 EINFÜHRUNG

*Thomas Grünkorn (BioConsult SH)*

Das Forschungsvorhaben „Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen, (Kurztitel PROGRESS)“ thematisiert Kollisionen von Vögeln, als ein zentrales Konfliktfeld zwischen dem Ausbau der Windenergienutzung und dem Naturschutz. Da zahlreiche Vogelarten und alle Greifvogelarten besonderen gesetzlichen Schutz genießen sind Kollisionen ein wichtiger artenschutzrechtlicher Aspekt in den Genehmigungsverfahren von WP. In diesem F&E-Projekt wurde im Rahmen der Feldarbeiten insbesondere das Ausmaß der Mortalität an WEA bestimmt und Verhaltensbeobachtungen in WP durchgeführt. Darauf aufbauend wurden Projektionen der Populationsentwicklungen und planungsbezogene Grundlagen für die Prognose und Bewertung der durch WEA bewirkten Kollisionen von Vögeln entwickelt.

Bisher lagen in Deutschland lediglich lokale Untersuchungen vor. Daher war es das Ziel, mit einer systematischen Untersuchung in mehreren Bundesländern in Norddeutschland repräsentative Daten der Kollisionsraten von Vögeln zu erhalten und hieraus grundlegende Aussagen und Empfehlungen zur Konfliktbeurteilung und Konfliktbewältigung im Zuge der Standortfindung des Windenergieausbaus abzuleiten. Das Projekt erweiterte bisherige Studien zu Vogelkollisionen an WEA und ermöglicht eine fundierte Folgenabschätzung des Ausbaus der Windenergienutzung in Deutschland.

Im Rahmen von PROGRESS wurde das norddeutsche Tiefland als Schwerpunkt derzeitiger und künftiger Windenergienutzung in Deutschland untersucht. Im Projekt wurden 46 WP im gesamten Norddeutschen Raum in den Bundesländern Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg untersucht. Da einige WP mehrfach bearbeitet wurden, ergeben sich insgesamt 55 Datensätze, die im Folgenden als WP-Saisons bezeichnet werden. Als Zielarten wurden Greifvögel (nach ihrer Fundhäufigkeit in der VSW-Liste), Großvogelarten (aufgrund ihrer zumeist geringen Populationsgröße) und Brut- und Rastvogelarten der WP-Flächen (aufgrund ihrer potenziellen Gefährdung) ausgewählt.

PROGRESS ist ein Kooperationsprojekt der drei Gutachterbüros BioConsult SH GmbH & Co.KG, ARSU GmbH, IfaÖ GmbH sowie dem Lehrstuhl für Verhaltensforschung der Universität Bielefeld.

Das Verbundprojekt wurde durch das BMWi im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes als Forschungsvorhaben (FKZ 0325300 A-D) gefördert.

Der Projektbeginn war der 01. November 2011 mit einer Laufzeit bis zum 30.06.2015. Eine projektbegleitende Arbeitsgruppe (PAG) traf sich am 22. Februar 2012 im BMU und am 22. Januar 2014 im BMWi in Berlin. Es fanden zwei Workshops (28./29. November 2012 im BMU, Berlin und am 09. März 2015 in der TU Berlin) mit internationaler Beteiligung statt.

Auf der PROGRESS-Homepage ([www.bioconsult-sh.de/projekte/progress](http://www.bioconsult-sh.de/projekte/progress)) finden sich Präsentationen der Workshops und dieser Schlussbericht.

## 2 SUCHE NACH KOLLISIONSOPFERN

*Thomas Grünkorn (BioConsult SH)*

Die Suche nach Kollisionsopfern wurde in fünf Feldsaisons von Frühjahr 2012 bis zum Frühjahr 2014 durchgeführt (drei Frühjahrs- und zwei Herbstkampagnen). Im Rahmen von PROGRESS wurden 46 unterschiedliche WP untersucht. Aufgrund mehrfacher (ein bis dreimaliger) Untersuchung von WP fanden insgesamt 55 WP-Saisons statt. Die Suche erfolgte mit einem Transektdesign, bei welchem zumeist zwei Zähler entlang zuvor festgelegter paralleler Transekte im Abstand von 20 m nach toten Vögeln suchten. Es wurden alle Funde innerhalb eines Suchkreises – mit dem Radius der Anlagenhöhe – als Kollisionsopfer gewertet.

Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 291 Vögel gefunden. Die beiden am häufigsten gefundenen Arten waren die häufigen, weit verbreiteten Arten Ringeltaube und Stockente. Unter den 15 am häufigsten gefundenen Arten befinden sich fünf Zielarten des Projektes: Mäusebusard, Kiebitz, Goldregenpfeifer, Rotmilan und Turmfalke. Wasservögel (Enten, Gänse/ Watvögel/ Möwen) stellen zusammen fast die Hälfte der Funde. Die Sammelgruppe sonstiger Nichtsingvögel bildet insbesondere aufgrund der häufig gefundenen Tauben die größte Gruppe. Greifvögel dominieren die Fundliste nicht. Vogelarten des nächtlichen Breitfrontenzuges nordischer Singvögel (insbesondere Drosselarten) kommen unter den Funden kaum vor.

Der insgesamt geleistete Streckenaufwand betrug 7.672 km. Bei insgesamt 291 Fundereignissen wurde im Mittel alle 27 km ein Vogel aufgefunden.

### 3 SCHÄTZUNG DER ANZAHL KOLLIDIERTER VÖGEL

*Jan von Rönn (BioConsult SH), Thomas Grünkorn (BioConsult SH) unter Mitwirkung von Timothy Coppack (IfAÖ)*

Für die Schätzung der insgesamt kollidierten Vögel wird ausgehend von den gefundenen Vögeln eine Reihe von Korrekturfaktoren angewendet. Der geleistete Flächenaufwand wurde bestimmt, indem gelaufenen Transektlinien im Suchkreis zu jeder Seite mit 10 m breiten Streifen gepuffert wurden. Die Verbleiberate wurde experimentell bestimmt, indem in 46 WP im Rahmen von 81 Experimenten 1.208 Vögel ausgelegt wurden. Die errechnete tägliche Wahrscheinlichkeit den Vogelkörper anzutreffen („Überlebenswahrscheinlichkeit des Kadavers“) war hoch (zumeist über 90 %). Die Sucheffizienz wurde experimentell bestimmt, indem Vögel (zwei Auffälligkeitsklassen) auf unterschiedlichen Flächen mit unterschiedlichen Vegetationsklassen (fünf Vegetationsklassen) ausgelegt wurden und anschließend durch mehrere auch an der regulären Suche beteiligten Personen gesucht wurden. Unter guten Suchbedingungen wurde etwa 50 % der unauffälligen Vögel und 72 % der auffälligen ausgelegten Vögel gefunden. Die gute Übereinstimmung zwischen den Zählern (Messung der Interrater-Reliabilität) begründet die allgemeine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf alle im Projekt beteiligten Personen. Erwartete Verteilung der Kollisionsopfer wurde bestimmt, indem die einzelnen gemessenen Entfernungen der Funde zur WEA mit dem in diesem Distanzring geleisteten Flächenaufwand ins Verhältnis gesetzt wurden.

Anteil von Kollisionsopfern außerhalb des Suchkreises betrug zwischen 7 und > 20 %. Bei der Kollisionsopferschätzung findet jedoch ausschließlich innerhalb des Suchkreises gefundene Kollisionsopfer Berücksichtigung, da nur für diese Funde der Suchaufwand errechnet wurde. Um eine Unterschätzung der Anzahl tatsächlicher Kollisionsopfer zu vermeiden, ist es daher notwendig für den Anteil Kollisionsopfer außerhalb des Suchkreises zu korrigieren.

Für folgende Arten und Artengruppen erfolgte eine Schätzung für die einzelnen untersuchten WP (alphabetische Reihenfolge): Feldlerche, Kiebitz, Limikolen, Möwen, Ringeltaube, Rotmilan Star, Stockente und Turmfalke.

Die relative Unsicherheit dieser Schätzung nahm erst ab zehn tatsächlichen Funden ab, so dass für fünf Arten bzw. Artengruppen eine Schätzung auch auf die nicht untersuchten WEA und WP, auf das gesamte Projektgebiet von PROGRESS (NI, SH, MV und BB) durchgeführt wird. Dies sind Limikolen, Mäusebussard, Möwen, Ringeltaube und Stockente.

Diese Schätzung ergibt für das Projektgebiet eine Größenordnung von 7.800 Mäusebussarden, 10.000 Ringeltauben und 11.800 getöteten Stockenten pro Jahr. Dies sind bezogen auf den Brutbestand im Projektgebiet 0,4 % bei der Ringeltaube, 4,5 % bei der Stockente und 7 % beim Mäusebussard.

Zum Vergleich liegt die Jagdstrecke bei der Stockente um den Faktor 12 und bei der Ringeltaube um den Faktor 16 höher. Beim nicht jagdbaren Mäusebussard lag der gemeldete Abschuss bis 1970 in Schleswig-Holstein in einer Größenordnung von 18 % des Exemplarbestandes.



## 4 WIE FLIEGEN VÖGEL IN WINDPARKS?

### ERGEBNISSE DER VERHALTENSBEOBSACHTUNGEN

*Hanna Timmermann, Sabrina Weitekamp, Marc Reichenbach (ARSU GmbH)*

Im Rahmen von PROGRESS wurden in 55 WP-Saisons in Norddeutschland Beobachtungen zur räumlichen Nutzung von WP sowie zum Verhalten gegenüber WEA durchgeführt. Unterschieden wurden zwischen Zielarten (Greifvögel, Watvögel, Gänse, Kraniche, und andere Großvögel) und Sekundärarten, die in unterschiedlicher Intensität erfasst wurden.

Häufigste Sekundärarten waren Ringeltaube und Star. Die meisten Individuen der Tauben und Segler wurden in Rotorhöhe festgestellt. Singvögel, Möwen und Enten wurden überwiegend unterhalb Rotorhöhe beobachtet.

Den größten Anteil der Sichtungen der Zielarten macht die Artengruppe der Greifvögel aus, die meisten Individuen waren Gänse. Die häufigste Greifvogelart waren Mäusebussard und Rotmilan. Andere Greifvogelarten kamen in geringeren Individuenzahlen vor.

Bei Gänsen und Kranichen konnte sowohl eine Meidung der WP als auch deutliches Ausweichverhalten beobachtet werden. Greifvögel wurden dagegen überproportional häufig im Nahbereich von WEA festgestellt werden und zeigten kaum erkennbare Ausweichreaktionen. Bei Watvögeln ergibt sich ein uneinheitliches Bild.

## 5 VALIDIERUNG DES BAND-MODELLS

*Sabrina Weitekamp, Hanna Timmermann und Marc Reichenbach (ARSU GmbH)*

Im Forschungsvorhaben PROGRESS wurden in 55 WP-Saisons parallel systematische Kollisionsoffersuchen durchgeführt und Daten zur Flugaktivität von ausgewählten Zielarten erhoben. Dieser Ansatz ermöglichte eine Analyse inwieweit die Anzahl der auf der Basis der Suchen geschätzten Kollisionsoffers von der ermittelten Flugaktivität abhängt. Weiterhin wurde geprüft, ob die auf Basis der Flugaktivitätsdaten mittels des BAND-Modells prognostizierten Kollisionsofferszahlen mit den Zahlen auf der Basis der Kollisionsoffersuche übereinstimmen. Dies führte zu folgendem Ergebnis:

- Bei Mäusebussard und Goldregenpfeifer konnte kein signifikanter Einfluss der Flugaktivität auf die Anzahl der ermittelten Kollisionsoffers festgestellt werden.
- Auf der Basis der erhobenen Daten zur Flugaktivität führten die Prognosen des BAND-Modells zu drastischen Unterschätzungen der Kollisionsofferszahlen.

In diesem Forschungsvorhaben wurden sämtliche Parameter, Annahmen und Rechenschritte, die in das BAND-Modell eingehen, hinsichtlich möglicher Ursachen für dieses Ergebnis betrachtet. Zusammenfassend ergibt sich daraus, dass die mechanistische Struktur des BAND-Modells die inhärente Variabilität der Eingangsdaten nicht abbilden kann. Insbesondere die Stochastizität der Flugaktivität in der Gefahrenzone (siehe Kap. 5.4.2.4, 5.4.3.1 und 5.4.3.2) sowie die Kombination von Unsicherheitsfaktoren (Kap. 5.4.4) sind hierfür als maßgeblich anzusehen.

Diese Ergebnisse des Validierungsansatzes aus PROGRESS stimmen mit den kritischen Diskussionen des BAND-Modells in der Literatur überein (CHAMBERLAIN et al. 2006, MAY et al. 2010, MAY et al. 2011).

Teilweise ist das unzureichende Ergebnis der Prognosen des BAND-Modells darauf zurück zu führen, dass die durchgeführten Beobachtungen zur Erfassung der Flugaktivität diese quantitativ und qualitativ nicht hinreichend repräsentativ ermittelten konnte (sehr kleine Stichprobe, hoher Einfluss von Einzelereignissen). Kap. 5.4.2.2 hat jedoch gezeigt, dass für die „richtige“ Prognose im Vergleich zu den ermittelten Kollisionsofferszahlen ein so großer Anteil an Flugaktivität hätte beobachtet werden müssen, dass dies angesichts des Kenntnisstandes zu Aktivitätszeiten der betrachteten Arten im Tagesverlauf als unrealistisch anzusehen ist.

Die ermittelte Diskrepanz zwischen den Schätzungen auf Basis der Kollisionsoffersuche und den Prognosewerten des BAND-Modells ist somit zumindest nur teilweise auf methodische Probleme der Raumnutzungsbeobachtungen zurück zu führen. Wie gezeigt wurde, tragen eine Reihe von modellimmanenten Schwachstellen des BAND-Ansatzes ebenfalls dazu bei. Zudem reagiert es teilweise empfindlich auf Änderungen verschiedener Eingangsgrößen (CHAMBERLAIN et al. 2006). Zwar stehen unter den technischen Parametern Rotordurchmesser und Gesamthöhe fest, andere Parameter hingegen, wie z. B. die Rotorgeschwindigkeit oder auch der Anstellwinkel lassen sich nur schwer hinreichend genau einbeziehen. Im Hinblick auf das Vogelverhalten sind neben dem Anteil der Aktivität in der Gefahrenzone die Fluggeschwindigkeit, Flughöhe Windrichtung mit großen Unsicherheitsgraden behaftet.

Insgesamt scheint das Hauptproblem der Berechnungen mittels des Band-Modells aber v. a. der nur vage Zusammenhang zwischen der registrierbaren Flugaktivität und dem Kollisionsrisiko zu sein. Das Modell geht von einer linearen Abhängigkeit zwischen der Aufenthaltsdauer und der Gefährdung aus, was in den meisten Fällen allerdings nicht zutrifft (DE LUCAS et al. 2008). Zusätzlich enthält das Kollisionsmodell Angaben zur Ausweichrate in Form der AR, welche unterstellt, dass ein gewisser – aber letztlich unbekannter – Teil der prognostizierten Vögel auf Kollisionskurs geeignete Reaktionen zeigt, um einer möglichen Kollision zu entgehen. Das Modell geht weiterhin davon aus, dass diese Rate über alle Individuen einer Art (altersunabhängig) konstant ist, was als unwahrscheinlich betrachtet werden muss. Die größte Einschränkung des Modells beruht also auf den vielen kaum gesicherten Annahmen bezüglich des Vogelverhaltens.

Angesichts dieser Ergebnisse wird davon ausgegangen, dass mit solch einem mechanistischen Modell die vorhandene Umweltstochastizität sowie unregelmäßig, aber nicht unbedingt selten auftretende Einzelereignisse, die zu einer Ablenkung der Aufmerksamkeit oder einer Einschränkung der Manövrierfähigkeit führen (z. B. Revierkämpfe, Windböen), nicht adäquat abgebildet werden kann. Besonders auffällig wird dies anhand der Annahme, dass die Antreff- und damit auch die Kollisionswahrscheinlichkeit eines Vogels an jedem Punkt innerhalb einer Höhenklasse eines Gebiets identisch sein sollen. Jedoch zeigten bereits verschiedene Studien, dass meist einzelstehende oder periphere Anlagen häufiger als Kollisionsorte auffallen und überwiegend spezifische WEA-Standorte ein erhöhtes Risikopotential bergen (ORLOFF & FLANNERY 1992, BARRIOS & RODRÍGUEZ 2004, SMALLWOOD & THELANDER 2004, EVERAERT & STIENEN 2007, DREWITT & LANGSTON 2008, SMALLWOOD & KARAS 2009, SMALLWOOD et al. 2009, FERRER et al. 2012). Gleichwohl lassen die Mehrheit der Studien (zumeist Meta-Analysen von Studien) keinen klaren statistischen Zusammenhang zwischen den Mortalitätsraten und den Eigenschaften der WEA erkennen (HÖTKER 2006, BARCLAY et al. 2007, PEARCE-HIGGINS et al. 2012). Weiterhin verursacht der Großteil der WEA keine Todesfälle (BARRIOS & RODRÍGUEZ 2004, DE LUCAS et al. 2012a).

Zwar mag es komplizierte Wechselbeziehungen zwischen anlagespezifischen Kenngrößen, Topographie und dem artspezifischen Verhalten geben (BARRIOS & RODRÍGUEZ 2004, SMALLWOOD et al. 2009, DE LUCAS et al. 2012b, SCHAUB 2012), doch ist es als wahrscheinlich anzusehen, dass der Standort der WEA innerhalb der umgebenden Landschaft einen größeren Einfluss hat als bestimmte Turbineneigenschaften wie z. B. die Nabenhöhe (HÖTKER 2006). So herrscht in der Literatur weitgehend Übereinstimmung darüber, dass das Kollisionsrisiko im Wesentlichen vom Standort, der Topographie und dem Artenspektrum abhängt (GOVE et al. 2013).

Weitere Faktoren wie die herrschenden Windverhältnissen, sonstige Witterungsparameter oder Flugart und -höhe sowie die Tageszeit beeinflussen das Risiko zusätzlich, ebenso wie das Alter der Tiere, ihr Verhalten (Interaktionen usw.) und entsprechend auch der Zeitpunkt des Jahreszyklus der jeweiligen Art (LANGSTON & PULLAN 2003). Nur wenn jeder dieser Punkte beachtet wird, kann das Risiko im Idealfall adäquat bewertet werden.

Für die Bewertung des durch einen geplanten WP zu erwartenden Kollisionsrisikos an einem „durchschnittlichen“ Onshore-Standort ist nach den vorliegenden Ergebnissen das BAND-Modell nur wenig geeignet, da die Prognosen keine absoluten Kollisionsopferzahlen in einer adäquaten Größenordnung wiedergeben. Das Modell erlaubt jedoch standardisierte Vergleiche relativer Risiken, z. B. bei der Beurteilung verschiedener Repowering-Szenarien (DAHL et al. 2015) oder bei der

Veranschaulicht des Einflusses unterschiedlicher Entfernungen zum Brutstandort (RASRAN & THOMSEN 2013).

Ansonsten erscheint das Modell nur in solchen Fällen sinnvoll einsetzbar, in denen die Variabilität der Flugaktivität möglichst gering ist, d. h. eine gute Vorhersagbarkeit hinsichtlich des Verlaufs, der Höhe, Richtung und Nutzungsintensität von Flugwegen besteht. Dies kann z. B. bei Flügen zwischen Brutkolonien von Möwen, Seeschwalben oder Reiher und ihren Nahrungsgebieten der Fall sein, an konzentrierten Zugrouten (Leitlinien aufgrund des Reliefs) oder teilweise bei Nahrungsflügen von Fisch- und Seeadler (hohe Brutplatztreue und gleichbleibende Nahrungsreviere). Doch auch bei Großvogelarten kann sich die Lage der in den einzelnen Jahren genutzten Flächen - und entsprechend die Raumnutzung - aufgrund unterschiedlicher Anbauverhältnisse verändern (gezeigt für den Schreiadler: LANGGEMACH & MEYBURG 2011). Auch der vorhandene oder fehlende Bruterfolg und nicht zuletzt die Anwesenheit möglicher Reviernachbarn und deren Bruterfolg (MEYBURG et al. 2006, LANGGEMACH & MEYBURG 2011, MELUR & LLUR 2013) spielen eine entscheidende Rolle bei den zu erwartenden Durchflügen durch eine geplante WP-Fläche.

## 6 MODELLIERUNG DER AUSWIRKUNGEN DER MORTALITÄT AUF POPULATIONSEBENE

*Astrid Potiek und Oliver Krüger, Lehrstuhl für Verhaltensforschung Universität Bielefeld*

Ziel dieses Kapitels war die Modellierung von Populationen der Zielarten unter der Annahme einer zusätzlichen Mortalität durch Kollisionen mit WEA auf Basis der geschätzten Kollisionsraten. Mit Hilfe von deterministischen Matrixmodellen wurden die Auswirkungen der zusätzlichen Mortalität auf die langfristige Populationsentwicklung behandelt. Die Datenlage erlaubte Aussagen zu den Zielarten Mäusebussard, Rotmilan und Kiebitz, während das Schätzintervall der Kollisionsrate für den Seeadler so groß war, dass eine Bewertung der Simulation als nicht zielführend angesehen wurde. Zwei Szenarien der WEA-Dichte wurden simuliert: zum einen der aktuelle Stand der WEA-Dichte des Jahres 2014 für die Bundesländer NI, SH, MV und BB, zum anderen die Entwicklung der WEA-Dichte für diese Bundesländer von 2000 bis 2014. Für den Mäusebussard zeigen alle Simulationen im Median eine negative Populationsentwicklung, beim Rotmilan trifft dies auf vier von sechs Simulationen zu, während zwei Simulationen im Median eine konstante Population prognostizieren. Daher ist die Frage der Erheblichkeit der zusätzlichen Mortalität durch Kollisionen mit WEA für diese beiden Arten mit Ja zu beantworten. Beim Kiebitz werden potenziell erhebliche Populationskonsequenzen im Moment durch die ohnehin schon sehr negative Populationsentwicklung maskiert, die durch eine sehr niedrige Reproduktionsrate hervorgerufen wird. Diese Einschätzungen erscheinen relativ robust gegenüber Veränderungen der zu Grunde liegenden Annahmen der Modelle.

## 7 MODELLIERUNG DER EFFEKTE VON HABITATFAKTOREN FÜR DAS KOLLISIONSRISIKO

*Astrid Potiek und Oliver Krüger, Lehrstuhl für Verhaltensforschung Universität Bielefeld*

Ziel dieses Kapitels war die multivariate Analyse der Variation der geschätzten Kollisionsraten von elf Arten bzw. Artengruppen über alle untersuchten WP. Die Frage war, ob bestimmte WP aufgrund von Habitat- oder WEA-Charakteristika eine erhöhte Kollisionsrate aufweisen. Mit Hilfe von Daten zur landwirtschaftlichen Nutzung, Abstandsdaten zur nächsten Waldfläche von einem WP sowie den Daten zu minimaler und maximaler Rotorhöhe wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt, die drei Hauptkomponenten erstellte, die in eine multivariate Modellanalyse einbezogen wurden. Die Modellauswahl erfolgte nach informationstheoretischen Kriterien. Für die große Mehrzahl von Arten bzw. Artengruppen (acht von elf) konnte kein Korrelat zur Variation der Kollisionsraten gefunden werden, bei zwei der drei Arten bzw. Artengruppen mit Korrelaten waren die Analysen zudem nicht robust gegenüber Ausreißern, so dass lediglich für eine Artengruppe (Möwen), ein Effekt der Rotorhöhe auf die Kollisionsrate gefunden werden konnte. Daher scheint nach diesen Analysen die Variation der Kollisionsrate zwischen WP durch die benutzten Variablen nicht erklärbar zu sein, oder es handelt sich bei Kollisionen mit WEA um weitgehend stochastische Ereignisse.

## 8 PLANUNGSBEZOGENE KONSEQUENZEN FÜR DIE PROGNOSE UND BEWERTUNG DES KOLLISIONSRISIKOS

*Marc Reichenbach, Sabrina Weitekamp, H. Timmermann (ARSU GmbH)*

Die systematischen Kollisionsoffersuchen in PROGRESS haben gezeigt, dass an nahezu jedem WP-Standort mit Kollisionsoffern zu rechnen ist (nur in 6 von 55 WP-saisons erfolgten keine Funde, Kap. 2). Zudem wird aus der Artenliste in PROGRESS sowie aus der VSW-Liste deutlich, dass grundsätzlich jede Vogelart mit WEA kollidieren kann. Dabei bestehen jedoch deutliche Unterschiede in der artspezifischen Betroffenheit. Absolut gesehen kollidieren vor allem häufige Arten, die sich ohne ausgeprägtes Meideverhalten innerhalb von WP aufhalten (z. B. Feldlerche, Star, Ringeltaube, Stockente, Mäusebussard, Möwen). In Relation zur Bestandsgröße kollidieren Greifvögel überproportional häufig.

Im Hinblick auf die artenschutzrechtlichen Anforderungen ist bei der Planung eines WP-Standortes zu prüfen, ob dort „aufgrund ihrer Verhaltensweisen ungewöhnlich stark betroffene“ Arten vorkommen. Die Zahl der potenziellen Opfer muss für das Eintreten eines signifikant erhöhten Tötungsrisikos eine Größe überschreiten, die im Hinblick auf die Populationsgröße und die natürliche Mortalität als nennenswert bezeichnet werden kann. Es ist somit in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung der lokalen Spezifika zu prüfen, ob bestimmte besonders kollisionsgefährdete Arten hinsichtlich ihrer Raumnutzung und ihres Verhaltens Kollisionsoffer in einem Ausmaß erwarten lassen, das auf der Grundlage der populationsbiologischen Sensitivität der jeweiligen Art als bedeutsam angesehen werden muss. Dieses Ausmaß als Kriterium für ein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko ist artspezifisch unterschiedlich und kann von einem Einzeltier (z. B. beim Schreiadler) bis zu einer größeren Anzahl reichen (z. B. bei Feldlerche oder Stockente). Es muss jedoch nicht so groß sein, dass es bereits zu negativen Auswirkungen auf die Population führt.

Diese Schwelle für ein signifikant erhöhtes Kollisionsrisiko ist somit ein quantitatives Maß, das sich allerdings nicht in konkreten Kollisionsofferzahlen benennen lässt. Dies liegt in erster Linie daran, dass es an einer validierten Methode mangelt, das Kollisionsrisiko im Vorfeld der Errichtung eines WP belastbar zu prognostizieren (Kap. 5), u. a. weil eine klare quantitative Beziehung zwischen Flugaktivität und Kollisionsrisiko bei Vögeln bislang nicht festgestellt werden konnte (Kap. 3), anders als bei Fledermäusen. Dies gilt insbesondere auch vor dem Hintergrund der langen Betriebsdauer eines WP, innerhalb dessen es zu deutlichen Änderungen der örtlichen Bestandssituation und damit auch des Kollisionsrisikos kommen kann. Insofern fehlt es an einer Möglichkeit der Überprüfung der Einhaltung bzw. Überschreitung einer absolut bemessenen Schwelle.

Pauschale Aussagen zum Eintreten eines signifikant erhöhten Kollisionsrisikos sind somit nur eingeschränkt möglich. Bei Brutvögeln können hierfür als erste Näherung Abstände zum Brutplatz herangezogen werden, innerhalb derer für bestimmte Arten mit erhöhter Flugaktivität bzw. mit besonders kollisionsgefährdeten Verhaltensweisen gerechnet werden muss (z. B. Balz- und Revierflüge). Eine konkrete Beurteilung des Tötungsrisikos ist nur im Einzelfall möglich, für die auf der Basis von Raumnutzungsanalysen eine qualitative verhaltens-ökologische Bewertung vorgeschlagen wird. Dabei ist allerdings die artspezifische räumlich-zeitliche Variabilität der Raumnutzung zu berücksichtigen, angesichts derer zu beurteilen ist, ob die erhobenen Daten möglicherweise nur eine Momentaufnahme darstellen und damit keine verlässliche Beurteilungsgrundlage für die Betriebsdauer des geplanten WP darstellen.

Es wird daher vorgeschlagen, diese Herangehensweise stärker mit einer artenschutzrechtlichen Betriebsbegleitung zu kombinieren. Dies kann insbesondere für solche Arten erforderlich sein, für die aufgrund der stark gestiegenen Zahl an WEA in Deutschland die kollisionsbedingte Mortalität bereits zu negativen Einflüssen auf die Populationen führt. Hierbei handelt es sich nach gegenwärtigem Kenntnisstand um Mäusebussard und Rotmilan (Kap. 6). Es ist jedoch zu erwarten, dass bei fortgesetztem Ausbau diese kumulative Wirkung auch bei weiteren Arten eintreten kann.

Eine solche artenschutzrechtliche Betriebsbegleitung würde im Kern aus den drei Säulen Monitoring (Bestandsüberwachung), Schutzmaßnahmen (z. B. Habitatverbesserung, Steigerung des Bruterfolgs) sowie ggf. temporären Betriebseinschränkungen bestehen – jeweils in Abhängigkeit von den Zielarten und der örtlichen Bestandsentwicklung. Hinsichtlich der zusätzlichen Kosten ließe sich zumindest ein Teil dadurch auffangen, dass die sehr aufwändigen Raumnutzungsbeobachtungen im Zuge der Planung ggf. eingeschränkt werden könnten, sofern eine realistische Beurteilung im jeweiligen Einzelfall ergeben würde, dass deren Aussagekraft aufgrund raum-zeitlicher Variation ohnehin als eingeschränkt angesehen werden müsste.

Es ist davon auszugehen, dass kumulative Effekte mit steigender Anlagenzahl künftig eine größere Rolle spielen werden. Entsprechend werden auch die Anforderungen an die Konfliktbewältigung aus artenschutzrechtlicher Sicht steigen. Dabei wird auch zunehmend zu erwarten sein, dass sich die artenschutzrechtlichen Konflikte auf der Ebene des einzelnen Projektes nicht immer adäquat lösen lassen. Erforderlich sind daher auch übergreifende Lösungsansätze, die begleitend zum weiteren Ausbau der Windenergie sicherstellen sollen, dass es hierdurch nicht zu einem deutlichen Rückgang bestimmter von Kollisionen besonders betroffenen Vogelarten kommt. Im Einzelnen wären hierbei zu nennen:

- Großräumige Artenschutzprogramme z. B. für Rotmilan und Mäusebussard, die durch Habitatverbesserungen, insbesondere hinsichtlich der Nahrungsverfügbarkeit, zu einem populationsbiologischen Ausgleich von Kollisionsverlusten führen (Steigerung der Reproduktionsrate, Verminderung anderer anthropogener Mortalitäten).
- Identifizierung von artspezifischen Dichtezentren, die als Quellpopulationen von besonderer Bedeutung sind, und Prüfung auf gezielte Maßnahmen zu ihrer Förderung, z. B. durch entsprechende Lenkung von Artenhilfsmaßnahmen, Schutz vor Kollisionen durch Freihalten von WEA oder durch erhöhte Anforderungen an die Vermeidung von Verlusten (sofern nicht ohnehin bereits durch gesetzliche Schutzgebietskategorien gesichert).
- Entwicklung von Konzepten und Praxis-Erprobungen einer artenschutzrechtlichen Betriebsbegleitung hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihrer wirtschaftlichen Auswirkungen.
- Verstärkte Forschungsanstrengungen in Bezug auf Ausmaß und Bewältigung kumulativer Auswirkungen.
- Verstärkte Forschungsanstrengungen in Bezug auf die Wirksamkeit konkreter Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Kollisionsverlusten.



## 9 FAZIT

*Georg Nehls und Thomas Grünkorn (BioConsult SH)*

Kollisionen von Vögeln (und Fledermäusen) sind ein zentrales Konfliktfeld zwischen dem Ausbau der Windenergienutzung und dem Naturschutz. Obwohl mittlerweile eine hohe Anzahl von Studien zu diesem Bereich vorliegt, gibt es nur sehr wenige systematische Untersuchungen, in denen Kollisionsraten von Vögeln quantifiziert wurden. Dies erschwert die Bewertung eines möglichen Konfliktes. Im Hinblick auf strenge artenschutzrechtliche Genehmigungsvoraussetzungen für die Errichtung von WEA sind Wissensdefizite ein potenzielles Hindernis für den beabsichtigten Ausbau der Windenergienutzung.

In dem Projekt PROGRESS wurde erstmals eine großmaßstäbliche, quantitative Untersuchung der Kollisionsraten von Vögeln an WEA mit paralleler Erfassung der Flugaktivität durch Sichtbeobachtungen durchgeführt. Als Untersuchungsraum wurde das norddeutsche Tiefland ausgewählt, das von besonderer Bedeutung für die Windenergienutzung in Deutschland ist und in dem etwa die Hälfte der in Deutschland errichteten WEA steht (2014: 12.841 im Projektgebiet von PROGRESS (NI/ SH/ MV/ BB) von insgesamt 24.867 in Deutschland (<https://www.windenergie.de/themen/statistiken/deutschland>). Damit sind für alle Arten repräsentative Aussagen zum Kollisionsrisiko von Vögeln der Offenlandschaft für Norddeutschland möglich. Aufgrund der relativ geringen Anzahl kann das Ausmaß von Kollisionen aber nur für wenige Arten quantifiziert werden. Das Projekt basiert auf einer mit hohem Aufwand betriebenen Suche nach Kollisionsopfern bei gleichzeitiger Bestimmung der Erfassungsfehler Sucheffizienz und Verweildauer der Kollisionsopfer, sowie einer genauen Bestimmung der kontrollierten Fläche. Die Bestimmung dieser Faktoren erlaubt eine Schätzung der tatsächlichen Kollisionsopfer für die untersuchten WP und den Untersuchungszeitraum. Es ist ein sehr wichtiges Ergebnis von PROGRESS, dass die ermittelten Korrekturfaktoren relativ gering sind, d. h. die Sucheffizienz innerhalb der ausgewählten Transekte (20 m Breite) mit einer Sucheffizienz von 50-70 % bei guten Bedingungen und die Verweildauer der Kollisionsopfer mit einer täglichen Abtrage < 10 % waren recht hoch. Diese beiden Korrekturfaktoren tragen damit wenig zur Unsicherheit bei der Schätzung der tatsächlichen Kollisionsopfer bei. Die hohen Korrekturfaktoren für die Ermittlung der Gesamtkollisionsraten der einzelnen Arten in den untersuchten Windpark und dem Norddeutschen Tiefland ergeben sich wesentlich aus der Abdeckung der Fläche in den untersuchten, also dem geleisteten Aufwand. Die für PROGRESS entwickelte Methode wird insgesamt als sehr gut geeignet für die Abschätzung von Kollisionsopfern in dem betrachteten Landschaftsraum bewertet. Von einer pauschalen Übertragung der ermittelten Korrekturfaktoren auf andere Studien wird jedoch abgeraten, da diese wesentlich durch die lokalen Bedingungen und die angewendete Methodik bedingt sind. Einschränkung zur Anwendung der Methodik der Bestimmung von Kollisionsopfern ist anzumerken, dass:

1. der benötigte Aufwand sehr hoch ist. Bei PROGRESS gelang unter guten Suchbedingungen (ebene landwirtschaftliche Flächen mit niedriger Vegetation) in einem 20 m breiten Suchstreifen ein Fund je 27 km abgelaufene Strecke. Bei einem Gesamtaufwand von 7.672 km abgelaufener Transektstrecke gelangen 291 Funde, die sich auf 57 Arten verteilten. Der notwendige Aufwand zur Ermittlung belastbarer Angaben zu artspezifischen Kollisionsraten ist daher sehr hoch.

2. der durchführbare Untersuchungsaufwand durch die landschaftlichen Gegebenheiten und die Vegetationsstruktur begrenzt wird. Die Suche nach Kollisionsopfern auf Flächen mit höherer Vegetation als sie in PROGRESS akzeptiert wurde, würde die Sucheffizienz erheblich einschränken und den notwendigen Aufwand zur Ermittlung einer ausreichenden Stichprobe deutlich erhöhen. Der Aufwand zur Suche in aufgewachsenen Getreide- oder Maisäckern oder im Wald wurde in PROGRESS als nicht vertretbar bewertet. Dies schränkt die Anwendbarkeit der Methode saisonal und räumlich ein. Da jedoch keine alternativen Methoden zur Verfügung stehen, welche eine effizientere Suche ermöglichen, wird dies als hinzunehmende Einschränkungen für die Bestimmung von Kollisionsraten angesehen, die jedoch bei der Hochrechnung der tatsächlichen Kollisionsraten zu berücksichtigen ist.
3. die niedrigen Fundraten – entsprechend der in absoluten Zahlen niedrigen Kollisionsraten der meisten Arten - die Ermittlung quantitativer Angaben gerade bei selteneren Arten erschwert, da der hierfür notwendige Aufwand nicht zu leisten ist. Da jedoch gerade einige im Fokus stehende Arten, etwa Greifvögel, relativ geringe Bestandszahlen aufweisen, ergeben sich auch hier einige Einschränkungen bzw. die Notwendigkeit, andere methodischen Ansätze zur Bestimmung von Kollisionsraten zu entwickeln.

Die insgesamt geringen Fundhäufigkeiten erlauben bei elf Arten/Artengruppen eine Schätzung der Kollisionszahlen für die untersuchten WP und für fünf Arten/Artengruppen eine Schätzung auf das gesamte Projektgebiet von PROGRESS. Unter den elf häufigeren Kollisionsopfern entfallen nach Schätzung 71 % der Kollisionsoffer auf nur fünf Arten/Artengruppen: Feldlerche, Star, Stockente, Möwen und Ringeltaube. Es ist bemerkenswert, dass auf diese Arten in der zentralen Fundopferdatei der Vogelschutzwarte Brandenburg nur 28 % entfallen. Greifvögel, die in der zentralen Fundopferdatei mit 35 % vertreten sind, erreichen nach den PROGRESS-Daten nur 11 %. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit für systematische Untersuchungen unter Berücksichtigung von Untersuchungsaufwand und Erfassungsfehlern. Bei Zufallsfunden und unsystematischen Kontrollen erfolgt automatisch eine Gewichtung zu auffälligen Arten und zu Arten, bei denen die Meldebereitschaft aufgrund des öffentlichen Interesses höher ist. Dies erschwert eine Bewertung der tatsächlichen Betroffenheit der verschiedenen Arten.

In Übereinstimmung mit den begleitenden Sichtbeobachtungen entfällt der größte Teil der Kollisionen auf die häufigen und ungefährdeten Arten der Agrarlandschaft, die sich in den WP selbst aufhalten und dort auch zur Nahrungssuche gehen. Das Kollisionsrisiko ist dabei artspezifisch, wobei eine hohe Übereinstimmung verwandter Arten zu bestehen scheint. Dies erlaubt zumindest in Grenzen eine Übertragung der Einschätzung des Kollisionsrisikos auf Arten, von denen bislang wenige Daten vorliegen. Die Arten der häufigeren Kollisionsoffer, wie auch Greifvögel, wurden überproportional häufig im Nahbereich von WEA festgestellt und zeigten kaum erkennbare Ausweichreaktionen. Bei Gänsen und Kranichen konnte dagegen sowohl eine Meidung der WP wie auch deutliches Ausweichverhalten beobachtet werden. In den Funden der Kollisionsoffer sind nachts ziehende Arten deutlich unterrepräsentiert und eine Gefährdung von Arten des millionenfachen nächtlichen Breitfrontenzuges nordischer Singvögel durch WEA kann ausgeschlossen werden. In Anbetracht des hohen Untersuchungsaufwands ist davon auszugehen, dass solche Arten, die häufig im Untersuchungsraum vorkommen, aber nicht oder nur in geringen Anzahlen als Kollisionsoffer erfasst wurden, auch nicht wesentlich vom bisherigen Ausbau der Windenergienutzung im Norddeutschen Tiefland betroffen sind. Für seltenere Arten ist dieser Rückschluss jedoch nicht zulässig, da die Repräsentativität der Untersuchungen hier an ihre Grenzen kommt.

Es ist insgesamt bemerkenswert, dass die Kollisionen mit WEA vorrangig am Tag und bei Arten mit guten Flugeigenschaften erfolgen, wogegen Arten mit schlechterer Manövrierfähigkeit, wie etwa Gänse oder Kraniche, sowie nachziehende Arten deutlich seltener mit WEA kollidieren. Andererseits ist der genaue Kollisionszeitpunkt nicht bekannt und kann insbesondere bei der häufig als Kollisionsopfer gefundenen Stockente – die tagsüber nur in geringen Zahlen beobachtet wurde – auch während der Nacht erfolgt sein. Die Artenzusammensetzung der Kollisionsopfer weist angesichts der Ergebnisse der durchgeführten Beobachtungen zur Flugaktivität darauf hin, dass das Kollisionsrisiko wesentlich vom Verhalten der Vögel gegenüber den Anlagen bestimmt wird. Während einige Arten WEA offensichtlich als störende Strukturen wahrnehmen, nähern sich andere Arten diesen ohne Meidungsreaktionen zu zeigen an und werden durch die Rotoren gefährdet. Spezielle Verhaltensweisen (Balz, Revierkampf, Nahrungssuche u. a.) können die Wahrnehmung von WEA beeinflussen. Die begleitenden Beobachtungen zur Flugaktivität von Vögeln in den untersuchten WP, wie auch eine Habitatanalyse ließen dabei keine näheren Schlüsse zu, unter welchen Umständen es zu Kollisionen kommt. Dies weist darauf hin, dass das Kollisionsrisiko wesentlich aus situativen Verhaltensweisen von Vögeln gegenüber WEA entsteht, die derzeit nicht generalisiert werden können, so dass auch die vorhandenen Prognosemodelle Kollisionsraten von Vögeln über deren Flugverhalten nicht mit einer zufriedenstellenden Genauigkeit vorhersagen können.

Die verwendeten Populationsmodelle weisen beim Mäusebussard für den Betrachtungsraum auf einen negativen Effekt auf Populationsniveau hin. Dies ist ein zunächst überraschendes Ergebnis, da der Mäusebussard als häufigste Greifvogelart Deutschlands bisher nicht im Fokus der Diskussion stand. Vor dem Hintergrund einer flächendeckenden Verbreitung und eines generell erhöhten Kollisionsrisikos bei Greifvögeln ist es jedoch plausibel, dass diese Art stärker durch den Ausbau der Windenergienutzung betroffen ist. Beim Mäusebussard kommen weitere anthropogene Mortalitätsursachen hinzu, wie Straßen- und Schienenverkehr, sowie negative Einflüsse durch Habitatveränderungen, welche Bestandsrückgänge auslösen können. Mortalität durch Windenergieanlagen hat nach den Ergebnissen von PROGRESS einen wirksamen Anteil an bereits erfolgten Bestandsrückgängen. Die Modelle weisen für den Rotmilan auf ähnliche Effekte hin. Effekte auf die Population des Rotmilans könnten in PROGRESS jedoch ungenauer eingeschätzt worden sein, da die Art weniger gleichmäßig im Untersuchungsraum vorkommt und die Anzahl erfasster Kollisionen gering war. Nähere Untersuchungen in den Schwerpunktgebieten des Rotmilans werden daher empfohlen. Für den Seeadler lagen keine ausreichenden Daten für eine genauere Betrachtung von Populationseffekten vor. Die verwendeten Modelle können nur eine begrenzte Menge von Einflussgrößen auf die betrachteten Greifvogelpopulationen berücksichtigen und die Ergebnisse weisen sehr weite Vertrauensintervalle auf. In der Konsequenz muss jedoch auf der Basis der Ergebnisse von PROGRESS in Betracht gezogen werden, dass auch weitere Greifvogelarten, deren Bestände zu gering sind, als dass quantitative Angaben erhoben werden könnten, durch den Umfang des bereits erfolgten Ausbaus im norddeutschen Tiefland auf Populationsniveau betroffen sein könnten. Relevante Einflüsse, die zumindest auf lokaler Ebene bestandswirksam sind, können auch für weitere Arten, wie etwa den Kiebitz, nicht ausgeschlossen werden.

Aus den Befunden von PROGRESS ergibt sich zugleich eine Entwarnung für den größten Teil der im Untersuchungsraum vorkommenden Vogelarten, für die auch in Bezug zu dem sehr umfangreichen Ausbau der Windenergienutzung keine Bestandsgefährdung durch Kollisionen zu erwarten ist. Für andere Arten, vor allem Mäusebussard und Rotmilan, weisen die Ergebnisse dagegen da-

rauf hin, dass durch den derzeitigen Ausbauzustand bereits Kollisionsraten auftreten, die zu einem Bestandsrückgang führen können.

Die Befunde von PROGRESS weisen auf einige Schwierigkeiten für Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung des Kollisionsrisikos gefährdeter Arten bei der Planung von WP hin. Bisherige Ansätze zielen vor allem in Bezug auf artenschutzrechtliche Belange auf Mindestabstände zu Brutplätzen gefährdeter Arten ab. Dies ist insoweit gerechtfertigt, als die Brutplätze zumindest in einem Teil des Jahres ein Aktivitätszentrum bilden und die Annahme, dass das Kollisionsrisiko in Zusammenhang mit der Häufigkeit von Flugbewegungen in einem Gebiet steht, trotz empirischer Schwierigkeiten, dies exakt nachzuweisen, nicht zu verneinen ist. Der Wirksamkeit pauschaler Abstandsradialen steht jedoch entgegen, dass die Flugaktivität von Arten sich kaum gleichmäßig über verschiedene Habitate verteilt und die Habitatnutzung im Jahresverlauf und über die Jahre veränderlich ist. Sämtliche Arten der häufigeren Kollisionsopfer bei PROGRESS kommen auch außerhalb der Brutzeit in Norddeutschland vor, manche der gefundenen Kollisionsopfer treten nur als Rastvögel auf. Die Anzahl der Kollisionsfunde war im Herbst jedoch vergleichbar hoch wie jene im Frühjahr. Auch wenn bei einigen Arten, wie etwa der Feldlerche, das Kollisionsrisiko mit bestimmten Verhaltensweisen während der Brutzeit verbunden ist, liegen für den größten Teil der Arten keine Hinweise darauf vor, dass das Kollisionsrisiko während der Brutzeit erhöht ist. Für sämtliche Arten der häufigeren Kollisionsopfer bei PROGRESS gilt, dass deren Vorkommen in den WP von der Art der Landnutzung abhängt, die ebenfalls saisonal und jahresweise sehr veränderlich ist. Veränderungen in der Landnutzung führen dabei zu Veränderungen in der Lage der Brutplätze, sowie der Nahrungs- und Rastgebiete. Dies grenzt die Möglichkeiten der Eingriffsminderung und -vermeidung auf Projektebene stark ein. Die Anzahl Kollisionen einzelner Arten hängt daher in einem größeren Bereich wesentlich von dem Summationseffekt der Anzahl installierter WEA ab, welcher nur begrenzt bei der Planung einzelner Projekte verringert werden kann.

Aus den Ergebnissen von PROGRESS ergeben sich zunächst keine direkten Auswirkungen auf Genehmigungspraxis von Windparks, die weiterhin in Artenschutzrechtlichen Prüfungen zu betrachten sind. Für die drei näher betrachteten Greifvogelarten wird im Folgenden kurz die Bestandssituation in Bezug auf die Entwicklung der Windenergienutzung und mögliche direkten Konsequenzen für die Genehmigungspraxis zusammengefasst:

- Rotmilan: Die Ergebnisse von PROGRESS deuten bei vorsichtiger Interpretation der geringen Datenlage in Übereinstimmung mit der Untersuchung von BELLEBAUM et al. (2013) darauf hin, dass der derzeitige Ausbau der Windenergienutzung keinen generellen Bestandsrückgang durch Kollisionen bewirkt. Für den weiteren Ausbau besteht jedoch eine hohe Notwendigkeit, die Artenschutzrechtlichen Belange für die Art zu berücksichtigen. Dazu ist anzumerken, dass der neue Vorschlag der Landesarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW 2015), der als Planungsgrundlage angewendet werden kann, einen Abstand von 1.500 m zu Brutplätzen einzuhalten, deutlich über aktuelle wissenschaftliche Empfehlungen (HÖTKER et al. 2013) hinausgeht. Gegenüber dem derzeit in vielen Fällen angewendeten Wert von 1.000 m würde diese Regelung eine Verdoppelung der um Brutplätze freizuhaltenen Fläche bedeuten. Bei Anwendung eines Radius von 1.500 m würde damit eine weitreichende Vorsorge getroffen und es wäre zu erwarten, dass der weitere Ausbau der Windenergienutzung mit geringeren Auswirkungen auf den Rotmilan erfolgen würde. Eine Fortführung der bisherigen Planungspraxis auf der Basis Artenschutzrechtlicher Prüfungen

(s.a. Kap. 8) ist damit möglich, wobei eine Überprüfung der Wirksamkeit von Abstandsregelungen angeraten wird.

- Seeadler: Die starke Bestandszunahme parallel zum Ausbau der Windenergienutzung weist darauf hin, dass diese den Bestand des Seeadlers nicht, oder nur wenig beeinflusst. Die Empfehlungen der LAG VSW (2015) gehen mit 3.000 m Ausschlussgebiet um Brutplätze des Seeadlers wiederum über die Empfehlungen von HÖTKER et al. (2013) hinaus. Eine Fortführung der bisherigen Planungspraxis auf der Basis Artenschutzrechtlicher Prüfungen (s.a. Kap. 8) ist damit möglich, wobei eine Überprüfung der Wirksamkeit von Abstandsregelungen angeraten wird.
- Mäusebussard: Die Ergebnisse von PROGRESS weisen auf hohe Kollisionsraten und potenziell bestandswirksame Auswirkungen des Ausmaßes bisheriger Windenergienutzung hin. Vor dem Hintergrund des großen Bestands des Mäusebussards in Deutschland tritt dadurch keine akute Bestandsgefährdung auf, aber zumindest regional sind starke Bestandsrückgänge dokumentiert. In welchem Maße diese durch Windenergienutzung und/oder andere Faktoren verursacht werden, bedarf dringend näherer Untersuchungen. Bei der Planung von weiteren Windparks bestehen durch die großflächige Verbreitung dieser Art Probleme bei der Konfliktvermeidung bzw. -minderung und es ist zu prüfen, wie diese in Genehmigungsverfahren berücksichtigt werden können. Wichtiger als bei den anderen Arten wird es beim Mäusebussard voraussichtlich sein, die mit der Errichtung von Windenergieanlagen verbundenen Eingriffe so auszugleichen, dass sie auch der betroffenen Art dienlich sind und den Bestand des Mäusebussards stützen.

Vor dem Hintergrund des erfolgten Ausbaus und der weiteren Ausbauziele der Windenergienutzung im Norddeutschen Tiefland werden daher die folgenden Maßnahmen empfohlen, mit denen die (1) Effekte von Kollisionen auf Vogelbestände näher untersucht und wie Maßnahmen entwickelt werden können, um (2) Konflikte zu vermeiden und (3) Bestände betroffener Arten zu stützen.

(1) Die Ergebnisse von PROGRESS verdeutlichen eine hohe Notwendigkeit für weitergehende Populationsstudien an Arten wie Mäusebussard und Rotmilan und ggfs. weiteren potenziell gefährdeten Arten. Vor dem Hintergrund des erfolgten Ausbaus und der Ergebnisse von PROGRESS erscheint es als bedeutsam, den bestehenden Einfluss der Windenergienutzung, aber auch weiterer Faktoren, auf die Bestände potenziell gefährdeter Arten weiter zu untersuchen und genauer zu ermitteln. Hierzu werden weitere Kollisionsuntersuchungen nach der PROGRESS-Methode empfohlen. Bei Arten mit niedrigen Beständen, bei denen der nötige Aufwand für Kollisionssuchen zu hoch wäre, kann die Markierung von Individuen eine Methode sein, um den Anteil anthropogener Mortalität zu ermitteln. Zur Bewertung der Befunde kann der Aufbau differenzierter Modelle hilfreich sein (z.B. Individual Based Modelling, IBM), welche dichteabhängige Prozesse, die Veränderung von Habitaten und Ressourcen sowie weitere anthropogene Mortalitätsursachen mit einbeziehen.

(2) Die Ergebnisse von PROGRESS verdeutlichen, dass neben projektbezogenen Prüfungen, die jeweils auf einer Momentaufnahme der Vorkommen relevanter Arten beruhen, eine Berücksichtigung des Natur- und Artenschutzes auf höherer Ebene notwendig ist. Der Ausbau der Windenergienutzung in Deutschland beruht auf der Errichtung einer sehr großen Anzahl Windparks, mit

jeweils wenigen Anlagen. Daher sind Summationseffekte bestehender Windparks in der einzelnen Planung schwerer zu berücksichtigen, als auf höherer Ebene. Auch hier ist wiederum eine vertiefte Kenntnis der bereits vorhandenen Effekte der Windenergienutzung bedeutsam. Eine Steuerung des Ausbaus der Windenergienutzung auf höherer Ebene kann beispielsweise so erfolgen, indem in Dichtezentren gefährdeter Arten keine oder weniger WEA zugelassen werden. Dafür kann auch das Instrument des Repowering genutzt werden. Sinnvoll wäre es dabei, Ausschlussbereiche für die Windenergienutzung auch vor anderen Einflussfaktoren zu schützen. So machen Ausschlussbereiche für Wiesenvögel nur dann Sinn, wenn dort auch Maßnahmen getroffen werden, die Wiesenvogelbestände zu erhalten. Das Repowering sollte als Mechanismus zur Steuerung der regionalen Windkraftentwicklung und auch des Rückbaus an konfliktträchtiger Stelle verstärkt eingesetzt werden

(3) Durch Kollisionen mit Windenergieanlagen sind im Norddeutschen Tiefland überwiegend Arten der Agrarlandschaft betroffen. Vögel der Agrarlandschaft weisen unter den Vogelarten Deutschlands generell die stärksten Bestandsrückgänge auf. Die Ergebnisse von PROGRESS verdeutlichen, dass verstärkte Schutzanstrengungen notwendig sind, um die Bestände betroffener Arten zu stützen und zu sichern. Was die Windenergienutzung betrifft, so muss zweifellos im Vordergrund stehen, den Einfluss auf Vogelbestände auf Projekt- und Planungsebene zu minimieren und Eingriffe auszugleichen. Über die Projekt- und Planungsebene hinaus ergibt sich jedoch die Notwendigkeit von weiteren Schutzmaßnahmen. Schutzprogramme für Grünland und die Förderung extensiver Agrarlandschaft können die Bestände rückläufiger Arten stabilisieren und als flankierende Maßnahmen so einen Beitrag zur Zielsetzung leisten, den Ausbau der Windenergienutzung natur- und umweltverträglich zu gestalten.

Die Ergebnisse von PROGRESS unterstreichen die Notwendigkeit, bei der Planung des weiteren Ausbaus der Erneuerbaren Energien, in diesem Fall der Windenergienutzung, die Belange des Natur- und Artenschutzes frühzeitig zu berücksichtigen. Vor dem Hintergrund einer sehr großen Zahl einzelner Genehmigungsverfahren für Windparks erscheint es als sehr schwierig, insbesondere kumulative Wirkungen adäquat auf Projektebene zu berücksichtigen. Mögliche Zielkonflikte sollten daher auf der obersten Planungsebene, möglichst bei der Festlegung der Ausbauziele, definiert und Lösungen vorbereitet werden.