

VOGELSCHUTZ AN HÖCHSTSPANNUNGSFREILEITUNGEN

# VOGELSCHUTZ AN HÖCHSTSPANNUNGS- FREILEITUNGEN

BAND ZUR AMPRION-TAGUNG AM 18.4.2018

Amprion GmbH  
Robert-Schuman-Straße 7  
44263 Dortmund

Dezember 2019

ISBN 978-3-00-064589-1



**Umschlagfoto:** Daniel Schumann

**Zitervorschlag:** AMPRION (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen,  
Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018

**Impressum:**

**Herausgeber:** Amprion GmbH  
Robert-Schuman-Straße 7, D-44263 Dortmund

**Redaktion:** Amprion GmbH (Claudia Jaehrling), Dortmund  
Dr. Klaus Richarz, Lich

**Gesamtherstellung:** C. Adelman GmbH, Frankfurt am Main

Dortmund 2019

ISBN 978-3-00-064589-1

Alle Rechte vorbehalten.

Für den Inhalt ihrer Beiträge sind die Autoren verantwortlich; dieser muss nicht in jedem Falle die Auffassung des Herausgebers wiedergeben.

# VOGELSCHUTZ AN HÖCHSTSPANNUNGS- FREILEITUNGEN

BAND ZUR AMPRION-TAGUNG AM 18.4.2018



# Inhaltsverzeichnis

KAENDLER, G.:	Vorwort zum Tagungsband „Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen – 20 Jahre Vogelschutz bei Amprion“ .....	3
RICHARZ, K.:	Besser schützen durch mehr Wissen und abgestimmtes Vorgehen .....	5
WOHLGEMUTH, B. & D. HEITBAUM:	Umsetzung von Vogelschutzmaßnahmen bei Amprion .....	25
PRINSEN, H.:	Vogelkollisionen und deren Vermeidung – ein internationales Problem in der Afrikanisch-Eurasischen Region .....	35
RAAB, R., P. SPAKOVSKY, J. STEINDL & M. WOJTA:	Erfolge im LIFE-Projekt „Großtrappenschutz“ durch die Reduktion von Kollisionen an Stromleitungen ...	52
BERNSHAUSEN, F.:	Ansätze zur Risikobewertung von Vogelkollisionen und ihre Umsetzung in die Planungspraxis .....	74
BERNOTAT, D., C. RICKERT & S. ROGAHN:	Bewertung des konstellationsspezifischen Risikos von Freileitungen im Rahmen des europäischen Arten- und Gebietsschutzes .....	86
JÖDICKE, K.:	Was können Vogelschutzmarkierungen leisten? Erkenntnisse aus der Vogelschlagstudie Schleswig-Holstein .	113
TRIMPE, C.:	Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen .....	128
Anhang:	Programm der Amprion-Tagung am 18. April 2018 .....	135

## Vorwort zum Tagungsband „Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen – 20 Jahre Vogelschutz bei Amprion“

Das Übertragungsnetz von Amprion misst rund 11.000 Kilometer. Wir transportieren damit Strom für mehr als 29 Millionen Menschen in einem Gebiet von Niedersachsen bis zu den Alpen und leisten einen entscheidenden Beitrag für den Erfolg des Wirtschaftsstandorts Deutschland. Aber auch der Natur- und Artenschutz ist ein wichtiger Bereich unserer unternehmerischen Verantwortung. Deshalb legen wir seit nunmehr 20 Jahren einen besonderen Fokus auf eine möglichst vogelverträgliche Gestaltung unseres Übertragungsnetzes.

Die Initialzündung zu mehr Engagement im Vogelschutz stellte 1988 eine Untersuchung in der besonders vogelreichen Elbtalau dar. Daraus wurde abgeleitet, dass es im gesamten Übertragungsnetz pro Jahr zu rund 400 Vogelkollisionen auf jedem Leitungskilometer kommen kann – eine Zahl, die nicht nur Naturschützer, sondern auch uns Netzbetreiber beunruhigen musste. Zwar hatte unser Unternehmen schon früher versucht, durch Anbringung von spiral-, lappen- oder sternförmigen Vogelschutzmarkierungen die Leiterseile für anfliegende Vögel besser und früher sichtbar zu machen – was bis dato jedoch fehlte, waren Erkenntnisse darüber, warum und in welchen Situationen Vögel mit Freileitungen kollidieren.

Daher starteten wir ein dreijähriges Forschungsvorhaben, dessen Ergebnisse 1997 in einer umfangreichen Publikation sowie einer Fachtagung im Haus der Technik in Essen präsentiert wurden. Die wichtigste Erkenntnis für uns war, dass Freileitungen nicht allgemein ein erhöhtes Kollisionsrisiko darstellen, sondern sich dieses auf bestimmte Vogelarten, bestimmte Lebensräume sowie besondere Situationen eingrenzen lässt. Und dass es sich durch ein optimiertes System der Vogel-

schutzmarkierung verringern lassen würde.

Seitdem ist viel passiert: Wir haben neue, innovative Vogelschutzmarkierungen mitentwickelt und besonders kollisionsgefährdete Leitungsabschnitte in unserem Netz durch Experten identifizieren lassen. Die entsprechenden Leiterseile wurden sukzessive mit den neuen Markern ausgestattet. Darüber hinaus haben wir Vorher-Nachher-Studien zu ihrer Wirksamkeit initiiert.

Als dies geschah, war noch nicht absehbar, dass unser Höchstspannungsnetz in Folge der Energiewende neue Übertragungsaufgaben meistern und dafür noch leistungsfähiger werden muss. Zurzeit verstärken bzw. bauen wir es auf rund 2.000 Leitungskilometern aus – selbstverständlich unter besonderer Berücksichtigung unserer Erfahrungen aus den letzten Jahrzehnten zum Vogelschutz.

So war nicht nur unser langjähriges Engagement, sondern auch die Aktualität des Themas Anlass für die Tagung „20 Jahre Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen“ am 18. April 2018 in Dortmund. In acht Vorträgen stellten Natur- und Vogelschutz-Experten sowie Vertreter unseres Unternehmens den aktuellen Wissensstand vor und diskutierten in einem Workshop-Teil noch offene Fragestellungen und weitere Maßnahmen.

So wie bereits 1997, wollen wir gut 20 Jahre später mit dem vorliegenden Tagungsband festhalten, wo wir aktuell stehen und was weiterhin zu tun ist. Die Erkenntnis, dass sich Leitungsanflüge eingrenzen und deutlich verringern lassen, motiviert uns, auch in Zukunft ein Vorreiter beim Vogelschutz an Freileitungen zu sein.

GERALD KAENDLER

## Foreword to the conference proceedings entitled “Bird protection on extra-high-voltage power lines – 20 years of bird protection at Amprion”

Amprion’s transmission grid covers a length of about 11,000 kilometres. This grid enables us to transmit electricity for more than 29 million people across an area from Lower Saxony down to the Alps and plays a crucial role in ensuring Germany’s position as a location for business and investment. And nature conservation and species protection are also important aspects of our corporate responsibility. This is why, for 20 years now, we have been placing particular emphasis on designing our transmission grid to be as bird-friendly as possible.

The inspiration for our greater commitment to bird protection came in 1988 in the form of a study conducted in the flood plain of the River Elbe, which is particularly rich in birds. Based on this study, it was deduced that may be some 400 bird collisions per kilometre of line over the entire transmission network every year – a figure that not only nature conservationists, but also us grid operators found alarming. Although our company had, prior to this study, already attempted to make the conductor cables more visible to approaching birds – and sooner – by attaching spiral, cloth- or star-shaped bird protection markers, what had nevertheless still been missing up to that point was information as to why and in what situations birds collide with overhead lines.

In order to acquire this essential information, we started a three-year research project, the results of which were presented in 1997 in an extensive publication and at a symposium held at the “Haus der Technik” technical training and conference centre in Essen, Germany. The most important finding was that overhead lines do not per se represent an increased risk of collision, but that this risk is restricted to specific bird species, habitats and situations. And that it could be reduced by

implementing an optimised system of bird protection markers.

A lot has happened since then: we have jointly developed new, innovative bird protection markers and had experts identify particularly collision-prone sections of line within our network. The conductor cables in question have been successively equipped with the new markers. Furthermore, we have initiated before-and-after studies to determine their effectiveness.

At the time of these studies, it wasn’t as yet foreseeable that our extra-high-voltage grid would have to master new transmission tasks as a direct consequence of the energy transition and it would therefore has to become even more powerful. We are currently in the process of upgrading or building new lines over a total of some 2,000 kilometres – naturally paying special attention to the issue of bird protection taking into account our learnings over the last decades.

So, it was both our many years of commitment and action and the continuing topicality of the issue that led us to organise the “20 years of bird protection on EHV power lines” conference held on 18 April 2018 in Dortmund. In eight lectures, nature conservation and bird protection experts, as well as representatives of our company, presented the current state of knowledge available and discussed still unresolved questions and further measures in a workshop session.

Like back in 1997, we now want, over 20 years later, to use these conference proceedings to put on record where we stand right now and what needs to be done in the future. The realisation that power-line conductor collisions can be localised and significantly reduced motivates us to continue to play a pioneering role in bird protection at overhead lines.

GERALD KAENDLER

## Besser schützen durch mehr Wissen und abgestimmtes Vorgehen

von KLAUS RICHARZ, Lich

*Keywords:* Hochspannungsfreileitungen, Vogelschlagrisiko, Forschungs- und Erprobungs-Projekt, Kollisionsursachen, Entwicklung und Einsatz effizienter Vogelschutzmarkierungen, Zusammenarbeit Netzbetreiber/Naturschutz

*High voltage power lines, bird strike risk, research and testing project, collisions causes, development and use of efficient bird protection markings, cooperation electricity network operators/nature conservation*

*Zusammenfassung:* Der Beitrag beschreibt die Fragestellungen und Ergebnisse eines Forschungs- und Erprobungsvorhabens zu den Ursachen von Vogelkollisionen an Hochspannungsfreileitungen. Die Untersuchungsergebnisse führten zur Entwicklung neuer Vogelschutzmarkierungen, die sich am Flugverhalten und dem Sehvermögen orientieren. Die weiteren Umsetzungsmaßnahmen und die Kooperation von Amprion als Netzbetreiber mit haupt- und ehrenamtlichen Naturschutzeinrichtungen führte zu einer signifikanten Verbesserung des Vogelschutzes an Hochspannungsfreileitungen.

*Abstract:* The article describes the questions and results of a research and testing project on the causes of bird collisions on overhead power transmission lines. The results of the research led to the development of a new bird protection tag, which orients itself to the visual signals, flight behavior and vision of the birds. The further implementation measures and the cooperation of the network operator Amprion with official and voluntary nature conservation organizations lead to a significant improvement in bird protection on high-voltage overhead power lines.

### 1. Einleitung

Die Erkenntnis, dass Vögel an Freileitungen durch Stromtod oder Kollision mit den Seilen zu Tode kommen können, ist nicht neu. Obwohl einige Vogelarten von Freileitungen als Ansitzmöglichkeiten (auf Seilen und Masten) und Brutplätze (auf Masten) durchaus profitieren, bleiben Vögel die Tierartengruppe mit dem höchsten Konfliktpotential an Freileitungen. Stromtod oder Leitungskollisionen können bei einzelnen Arten und Artengruppen beachtliche Ausmaße erreichen oder zu allgemein erhöhten Verlusten für Vögel in bestimmten Lebensräumen bzw. bei bestimmten räumlichen und/oder wetterbedingten Konstellationen führen (u. a. APLIC 2006, BERNOTAT & DIERSCHKE 2016, EUROPEAN COMMISSION 2014, HAAS et al.

2005, LÖSEKRUG 1997, RICHARZ & HORMANN 1997). Auch kann von Freileitungen eine mögliche Scheuch- und Zerschneidungswirkung ausgehen. Weiterhin können Vogel-Lebensräume bau- und anlagebedingt sich verschlechtern oder verloren gehen.

Während die Gefährdung von Vögeln durch Kurz- oder Erdschlüsse konstruktionsbedingt praktisch ausschließlich von Mittelspannungsleitungen ausgeht und bei konsequenter Umsetzung der VDE-Anwendungsregel „Vogelschutz an Mittelspannungsleitungen“ (VDE-AR-N 4210-11, VDE 2011) mit entsprechender Konstruktion bzw. Isolierung der stromführenden Teile auf den Masten gegen Null geführt werden kann, lassen sich Anflugverluste von Vögeln an Freileitungen, solange es derartige Lufthindernisse

gibt, nie gänzlich ausschließen. Für diesen Wirkfaktor galt und gilt es die Frage zu klären, wie diese anlagebedingte Mortalität aus tierökologischer Sicht im Rahmen der Rechtsvorschriften zu bewerten ist und welche Maßnahmen aufgrund einer nachweisbaren Risikominimierung – insbesondere im Zusammenhang mit dem europäischen Gebiets- und Artenschutz – anerkannt werden können. Die Klärung dieser Fragestellungen sowie die konsequente Umsetzung in praktisches Handeln ist vor dem Hintergrund des erforderlichen Höchstspannungsnetzausbaus im Zuge der Energiewende von höchster Dringlichkeit und Aktualität.

In Sachen Vogelverhalten an Freileitungen und Vermeidung/Minimierung des Kollisionsrisikos von Vögeln hat RWE/Amprion mit der Vergabe eines Forschungs- und Erprobungsvorhabens bereits in den 1990er Jahren und der anschließend konsequenten Umsetzung der Erkenntnisse in der Netzpraxis zweifellos Pionierarbeit geleistet. Im folgenden Beitrag werden, ausgehend vom Status quo vor dem Forschungsprojekt, die Fragestellungen und Ergebnisse aus dem Projekt, die nachfolgenden Umsetzungsschritte, ihre Kommunikation sowie die Einbindung der Erkenntnisse in Handlungsleitfäden in möglichst chronologischer Abfolge vorgestellt.

## 2. Ausgangslage

Untersuchungen in Holland und Norddeutschland Ende der 1980er Jahre an ausgewählten Freileitungsabschnitten ergaben hohe Vogelverluste durch Kollisionen mit den Leiterseilen, vorwiegend mit dem über die Mastspitzen geführten Blitzschutzseil (HEINJES 1980, HOERSCHELMANN et al. 1988). Nachdem es nach HOERSCHELMANN et al. (1988) in der besonders vogelreichen Elbtalau zu mindestens 400 Vogelkollisionen pro Jahr und Leitungskilometer kam, sollte diese Zahl schnell zu einem Referenzwert für die Vogelver-

luste im gesamten Leitungsnetz werden. 30 Millionen am Freileitungsnetz in den Grenzen der alten Bundesrepublik kollidierte Vögel pro Jahr war eine Zahl, die Naturschützer wie Netzbetreiber mehr als beunruhigte. Zwar hatte RWE/Amprion – wie einige andere Netzbetreiber auch – schon früher versucht, durch Anbringung von spiral-, lappen- oder sternförmigen Vogelschutzmarkierungen für anfliegende Vögel das „Lufthindernis Leiterseile“ besser und früher sichtbar zu machen. Was bis dato fehlte, war die Klärung, warum und in welchen Situationen Vögel an Freileitungen kollidieren, ob die Kollisionshäufigkeit bei einzelnen Arten und in verschiedenen Lebensräumen unterschiedlich hoch ist und wie Vogelverluste erfolgreich verringert werden können bzw. vermeidbar sind. Dazu vergab RWE/Amprion ein dreijähriges Forschungs- und Erprobungsvorhaben, das durch den Erkenntniszugewinn zu mehr und besserem Vogelschutz an und unter Freileitungen beitragen sollte.

## 3. Das F+E-Projekt von RWE/Amprion: beteiligte Institutionen, Laufzeit, Fragestellungen

Erster Ansprechpartner von RWE/Amprion für diese Projekt-Idee war die Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland. Sie hatte 1992 zusammen mit HOERSCHELMANN während einer projektbedingt kurzen Frühjahrsperiode die Auswirkungen von zwei Trassenvarianten auf Vögel für die geplante 380-kV-Leitung von Mecklar/Hessen nach Vieselbach/Thüringen durch das Flugverhalten und die Flugreaktionen der Vögel in verschiedenen, durch die Topografie und den Verlauf der BAB4 geprägten Abschnitten untersucht. Aus den Ergebnissen konnte die vogelfreundlichere Trassenvariante inkl. einer risikoärmeren Mastarchitektur erarbeitet werden (s. HOERSCHELMANN et al. 1997).

Im Verbund mit den Staatlichen Vogelschutzwarten von Nordrhein-Westfalen und



Baden-Württemberg wurde an der Staatlichen Vogelschutzwarte in Frankfurt ein Untersuchungsprogramm erarbeitet und wurden in Abstimmung mit RWE/Amprion Leitungstrassenabschnitte ausgewählt, die durch repräsentative Landschaftsräume im Versorgungsgebiet des Netzbetreibers führen, oder aber an denen Sondersituationen in besonders attraktiven Vogelrast- und -brutgebieten untersucht werden können.

Neben den drei Vogelschutzwarten unter Projektleitung der Vogelschutzwarte Frankfurt waren auch Naturschutzverbände und Universitäten in das Vorhaben einzubinden. Seine Laufzeit war von 1994 bis 1997 kalkuliert. Folgende Fragestellungen sollten dabei geklärt werden:

- Welche Vogelarten sind durch Leitungsanflug besonders betroffen?
- Was sind die Ursachen für den Leitungsanflug?
- Welche Regionen sind betroffen?
- Wirken sich die Verluste auf die Populationen aus?
- Gibt es Minimierungsmöglichkeiten durch Markierungen, Gestängewahl, Trassenverlauf?

#### 4. Die Teilprojekte im F+E-Projekt

Bei der Komplexität der Fragestellungen war klar, dass ihre Klärung nur über räumlich und fachlich unterschiedliche Teilprojekte mit hohem menschlichen wie technischen Ressourceneinsatz möglich erschien. Schließlich wurden im Rahmen des Vorhabens sieben Teilprojekte ausgearbeitet, die bei der Ergebnispräsentation auf einer zweitägigen Fachtagung in Essen im Dezember 1997 und den daraus zu ziehenden Schlussfolgerungen, noch durch weitere externe technische und naturschutzfachliche Beiträge ergänzt werden sollten (s. RICHARZ & HORMANN 1997).

**Teilprojekt 1:** Verhalten von Stand-, Rast- und Zugvögeln an vier ausgewählten Trassenabschnitten in durchschnittlich strukturierten („normalen“) Kulturland-

schaften in West-, Mittel- und Süddeutschland.

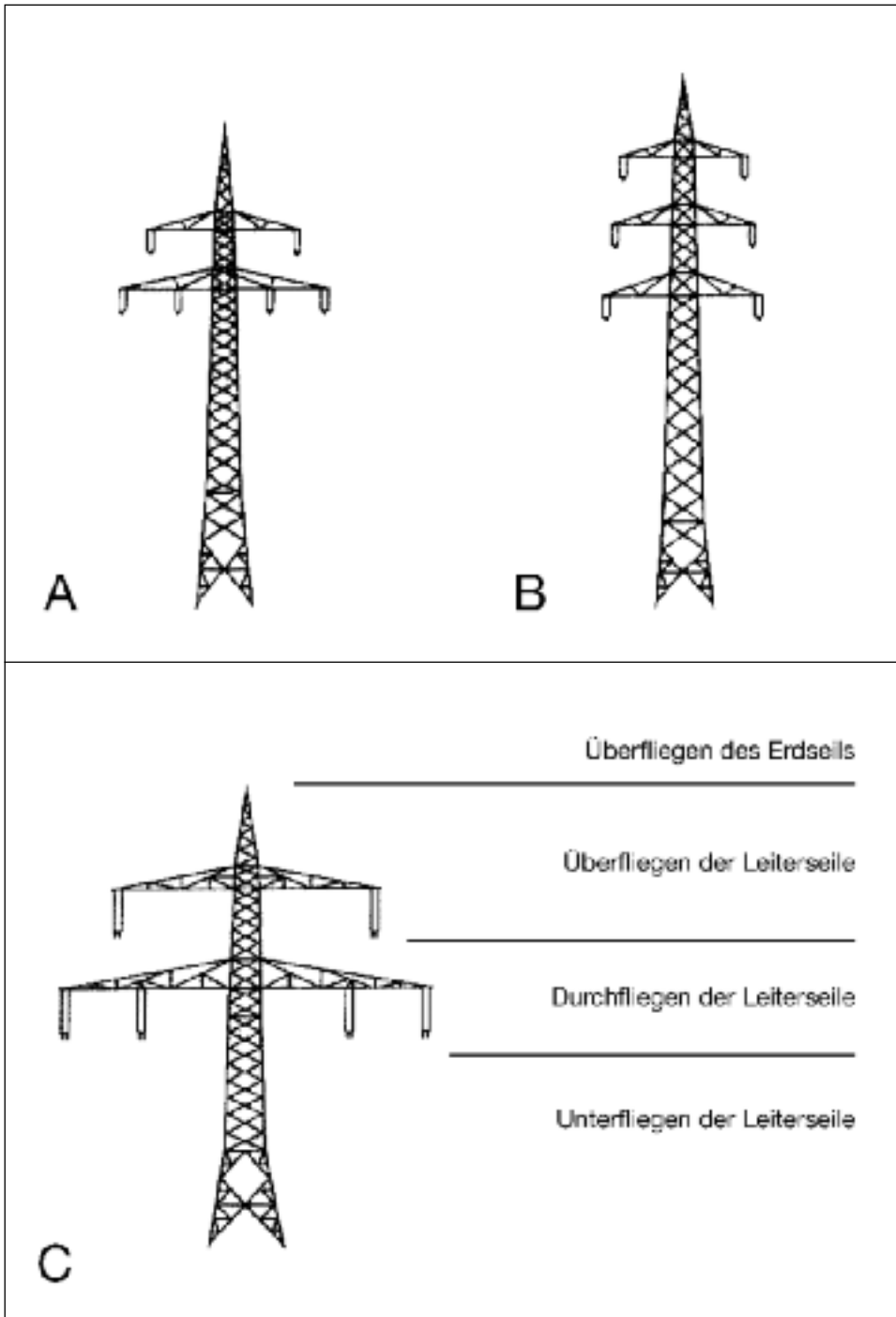
Nachdem die Untersuchungen zu Vogelverlusten an Freileitungen bis dahin meist in küstennahen oder Binnen-Feuchtgebieten oder über Wasserflächen mit hohem Vogelaufkommen und einem natürlicherweise hohen Gefährdungspotential durchgeführt wurden, sollte dieses Teilprojekt die Übertragbarkeit der Einschätzungen auf durchschnittlich strukturierte Bereiche unserer Landschaft klären helfen, die auf die Gesamtfläche wie Trassenlänge bezogen, weit überwiegen. Untersucht wurde ein ein Kilometer langer Abschnitt einer 110-kV-Leitung mit Zweiebenenmasten (Donaumastgestänge) bei Lich/Hessen, ein 1,5 Kilometer langer Abschnitt einer 380-kV-Leitung mit Donaumastgestänge bei Erftstadt/Nordrhein-Westfalen, ein 1,5 Kilometer langer Abschnitt einer 110-kV-Leitung mit Donaumastgestänge bei Memmingen/Baden-Württemberg und ein ein Kilometer langer Abschnitt zweier parallel verlaufender Freileitungen (110-kV-Leitung mit Donaumastgestänge, 220-kV-Leitung mit Tannenmastgestänge) bei Limburg/Hessen.

Schwerpunkt der Untersuchungen war die Erfassung des gesamten Avifauna und des Vogelverhaltens im Umfeld dieser Trassenabschnitte mit allen erkennbaren Flugreaktionen sowie die Dokumentation von Kollisionen und der Suche nach Drahtanflugopfern (Abb. 1).

**Teilprojekt 2:** Vogelverhalten und Suche nach Vogelschlagopfern mit Hunden an Trassenabschnitten in Baden-Württemberg und Hessen.

Dazu wurden vier Untersuchungsgebiete in Baden-Württemberg entlang einer 380-kV-Leitung mit Donaumastgestänge ausgewählt, die im vierwöchigen Turnus in den Jahren 1995 bis 1997 zur Erfassung der Vogelbestände abgegangen und mittels Einsatz von Gebrauchshunden auf Vogelschlagopfer untersucht wurden (Abb. 2).

In Hessen wurden von November 1994 bis Ende Juli 1997 drei ausgewählte



**Abb. 1:** In den vier Untersuchungsgebieten vorkommenden Masttypen: Donaumastgestänge (A), Tannenbaumgestänge (B), (C): erfasste Querungsweisen der auf die Leitungen anfliegenden Vögel (aus: BERNSHAUSEN et al. 1997).

Abschnitte einer 220-kV-Leitung im Landkreis Limburg-Weilburg im 14-tägigen Rhythmus jeweils frühmorgens auf 1,5 Kilometer Länge mit Hin- und Rückweg begangen, dabei die Vögel erfasst und mithilfe von Hunden nach Schlagopfern gesucht.

**Teilprojekt 3:** Experimentelle Untersuchungen zur Verweildauer von Vogelkadavern unter Hochspannungsfreileitungen.

Nachdem Nachweise von Vogelverlusten an Hochspannungsfreileitungen in der Regel durch Absuchen der Flächen unterhalb der Leitungen geführt werden, besteht eine zunächst nicht kalkulierbare „Suchkonkurrenz“ mit tierischen Prädatoren und Aasfressern (nach HOERSCHELMANN 1997), die möglicherweise schneller und effizienter Vogelschlagopfer finden und abräumen. Um diese Kadaver-Entnahme abzuschätzen, erfolgen bei Vogelschlaguntersuchungen oft mehr oder weniger umfangreiche Auslegeversuche. Zielsetzung von Teilprojekt 3 war deshalb, die Entnahme von Vogelkadavern aus den Untersuchungstrassen experimentell zu über-

prüfen zu dokumentieren. Als Probeflächen wurden drei jeweils 2 Kilometer lange und ca. 200 Meter breite Abschnitte aus den untersuchten Trassen in den Untersuchungsgebieten Lich, Limburg und Memmingen ausgewählt, an denen jeweils 90 bis 100 Vogelkadaver (schwarze Eintagsküken) ausgelegt wurden und ihre Entnahme sechs Tage lang kontrolliert wurde.

**Teilprojekt 4:** Auswirkungen von Hochspannungsfreileitungen auf die Flächennutzung und Verhaltensökologie überwinternder Wildgänse (Blässgänse *Anas albifrons* und Saatgänse *A. fabalis* am Unteren Niederrhein, Nordrhein-Westfalen.

Dazu wurde in einer Untersuchung die Verteilung der beiden Wildgansarten auf ihren traditionellen Äsungsflächen (Grünland und Äcker) im RAMSAR-Gebiet Unterer Niederrhein über den gesamten Winter 1994/95 erfasst. Es galt festzustellen, ob und in welchem Ausmaß Geländestrukturen und eine durch die Äsungsflächen führende 110-kV-Hochspannungs-

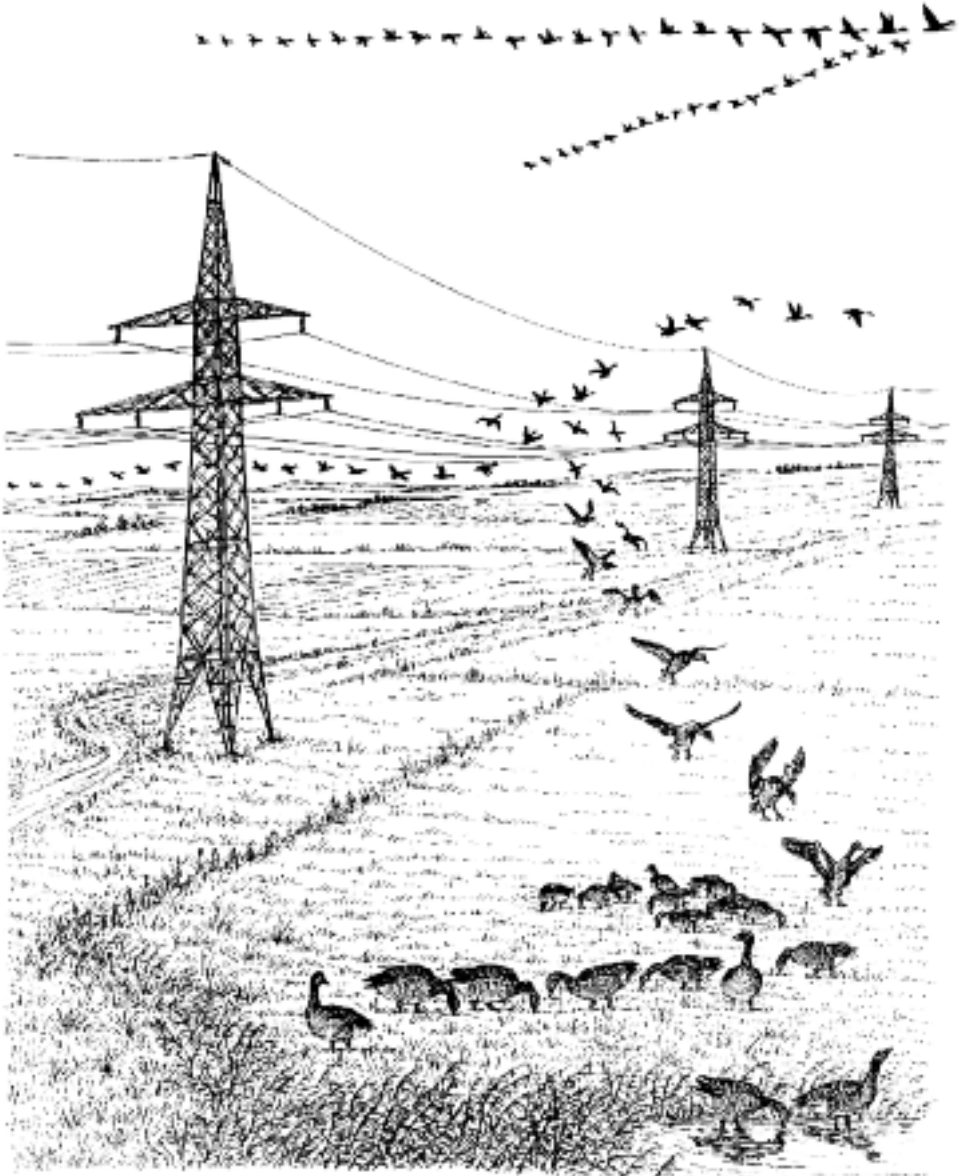


**Abb. 2:** Weitflächige Suche nach Vogelschlagopfern mit Hilfe geeigneter Hunde an vier Leitungsabschnitten in Baden-Württemberg; hier: Einsatz einer Deutsch Drahthaar-Hündin im Untersuchungsgebiet Habsegg (aus: HAVELKA et al. 1997).

freileitung die Verteilung und Aufenthaltsdauer der Gänse beeinflussen.

In einer zweiten Untersuchung wurde im gleichen Gebiet im Winter 1994/95 das Flugverhalten der Wildgänse bei den morgendlichen Überflügen einer Hochspannungsfreileitung zu ihren Äsungsplätzen einschließlich auftretender Störereig-

nisse beobachtet und protokolliert. Außerdem wurde die Nutzung der Äsungsflächen im und außerhalb des Einflussbereichs von Hochspannungsfreileitungen (110 und 220-kV) durch Auswertung der Dichte von Gänselosungen aus neun Transekten und zwei Kontrollflächen erfasst (Abb. 3).



**Abb. 3:** Wildgänse im Bereich einer Hochspannungsfreileitung (Titelzeichnung Franz Müller auf Sonderheft Vögel und Freileitungen, RICHARZ & HORMANN 1997).

**Teilprojekt 5:** Untersuchungen zum Querungsverhalten (einschließlich Kollisionen) überwinternder Blässgänse an einer Hochspannungsfreileitung am Unteren Niederrhein, Nordrhein-Westfalen.

Die Untersuchungen wurden in den drei Winterhalbjahren von 1994/95, 1995/96 und 1996/97 an insgesamt 26 Tagen zwischen Sonnenaufgang und -untergang während der Querungsflüge der Blässgänse an der Hochspannungsfreileitung bei Rees in Höhe der Rheinquerung und der östlich anschließenden Weideflächen bis zum rechtsrheinischen Hochwasserdamm auf einer Länge von etwa 1.500 Meter durchgeführt.

**Teilprojekt 6:** Einfluss von Hochspannungsfreileitungen auf Brutvögel des Grünlandes.

In neun Gebieten mit Vorkommen von „Wiesenvögeln“ im Bereich des Elbe-Weser-Dreiecks, über die Hochspannungsfreileitungen von 110 bis 380-kV (z. T. mehrere Leitungen) führen, wurde in der Brutzeit (März bis Juni) 1995 das Verhalten von Feldlerchen (*Alauda arvensis*), Kiebitzen (*Vanellus vanellus*) und Großen Brachvögeln (*Numenius arquata*) und soweit möglich auch der Bruterfolg erfasst. Als Habitatparameter wurde neben den Freileitungen die landwirtschaftliche Nutzung aufgenommen.

**Teilprojekt 7:** Untersuchungen zur Signalfunktion der Vogelgefieder sowie zur Wirksamkeit danach konstruierter Vogelschutzmarkierungen.

In diesem Teilprojekt wurde untersucht, ob sich aus auffälligen Gefiedermerkmalen der europäischen Vogelarten in Verbindung mit ihrem Flugverhalten Vogelschutzmarkierungen ableiten lassen, auf die Vögel unter unterschiedlichsten und wechselnden äußeren Bedingungen am besten ansprechen. Die so entwickelten Prototypen wurden an einer Versuchsleitung am vogelreichen Ismaninger Speichersee/Bayern unter realen Bedingungen getestet.

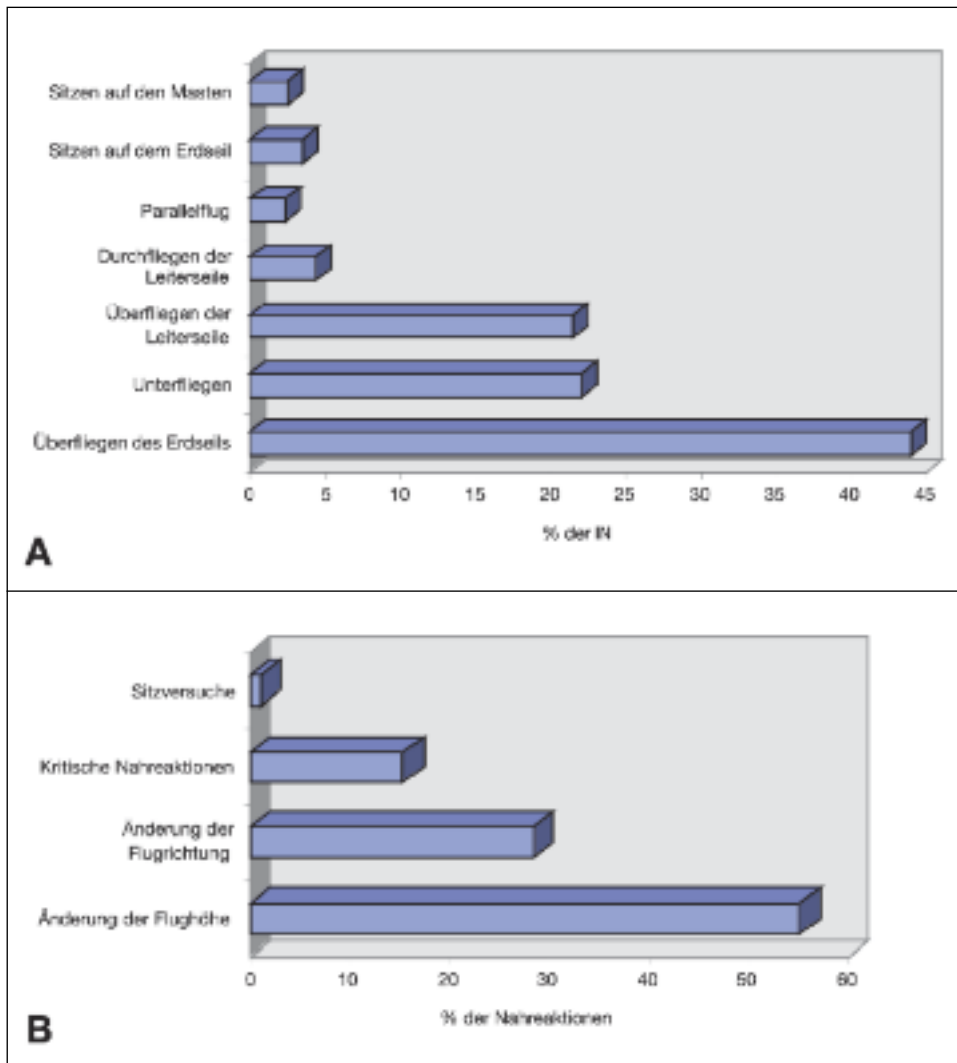
#### 4.1 Vogelverhalten an Hochspannungsfreileitungen in durchschnittlichen Kulturlandschaften

In den vier Untersuchungsgebieten („durchschnittliche Kulturlandschaften“, Teilprojekt 1) konnten in jeweils drei siebentägigen Intervallen zu unterschiedlichen Jahreszeiten insgesamt 113.310 Individuen-Durchgänge von 130 Vogelarten registriert werden. 58 Prozent der Vögel waren Stand-, 26 Prozent Zug- und 11 Prozent Rastvögel. Obwohl alle Gebiete unter der Maßgabe „durchschnittlich strukturierte Kulturlandschaften“ ausgewählt worden waren und so als repräsentativ für die mitteleuropäische Kulturlandschaft gelten können, zeigten sich starke Unterschiede in den Individuenzahlen. Dies wird auf die unterschiedliche Strukturvielfalt der Gebiete wie den unterschiedlich hohen Anteil an Zugvögeln in den Gebieten zurückgeführt (BERNSHAUSEN et al. 1997). Ein Ergebnis, das sich mit den Beobachtungen von HOERSCHELMANN et al. 1997) an der geplanten Hochspannungsfreileitung Mecklar/Wieselbach deckt: der Nachweis ausgesprochen kleinräumiger, qualitativer (Artenzusammensetzung) und quantitativer (Anzahl von Individuen und Flügen) Unterschiede zwischen den (hier) nahe beieinanderliegenden Beobachtungsorten.

Bei den registrierten Individuen-Durchgängen überwiegt mit 44 Prozent das Überfliegen der Leitungstrasse über dem Erdseil vor dem Über- bzw. Unterfliegen der Leiterseile. Am seltensten (4,3 Prozent) flogen Vögel zwischen den Leiterseilen hindurch. Das Durchfliegen der Leiterseile zeigten meist nur die im Gebiet brütenden Individuen oder Nahrungsgäste, die sich dort regelmäßig aufhielten. 87 Prozent aller Vögel zeigten beim Queren der Leitungstrasse keine sichtbaren Nahreaktionen. Soweit Flugreaktionen beim Anfliegen auf die Trasse sicher interpretierbar waren, fanden diese in 83,8 Prozent der Fälle im Abstand von weniger als 30 Meter zur Trasse statt. Unter diesen

Nahreaktionen überwog mit 55,1 Prozent die Korrektur der Flugbahn zur Trasse, während Flugrichtungsänderungen mit 28,4 Prozent wesentlich seltener vorkamen. Auch ein hektisches Ausweichen, das kennzeichnend für kritische Nahreaktionen war, kam mit 15,4 Prozent als Flugreaktion auf die Trasse geringer vor (Abb. 4). Die insgesamt neun Tode durch Leitungskollision während der Beobachtungszeiten führten zur Berechnung

einer mittleren Verlustrate von 6,5 Vogeleinheiten pro Jahr und Leitungskilometer. Weiterhin zeigte diese Untersuchung, dass Nahreaktionen überproportional häufig bei Zug- und Rastvögeln zu beobachten waren. Im Durchschnitt zeigte zu den Zugzeiten mehr als jeder fünfte Zugvogel eine Nahreaktion auf die Stromtrasse, während in diesem Zeitraum im Schnitt nur jeder zwölfte Standvogel davon betroffen war.



**Abb. 4:** Zusammenfassung des Vogelverhaltens für alle Untersuchungsgebiete (4) und -intervalle (3); A: Vogelverhalten; B: Nahreaktionen (aus BERNSHAUSEN et al. 1997).

#### 4.2 Verhalten von überwinternden Wildgänsen

Die in den Teilprojekten 4 und 5 untersuchten Trassenquerungen von Wildgänsen (Blässgänsen) ergeben folgendes Bild: Die von KREUTZER (1997) an zwanzig Tagen protokollierten Trassenquerungen fanden in 533 Passagen statt, an denen insgesamt ca. 37.000 Gänse beteiligt waren. In 62 Prozent aller Fälle erfolgte eine Reaktion auf die Trasse. Fast alle Querungen erfolgten oberhalb und nur ein geringer Teil unter den Seilen. Nur in Ausnahmefällen flogen die Gänse zwischen den Leitungsseilen durch (Dämmerung und Hubschrauberflug). Horizontale und vertikale Ausweichreaktionen deuten auf ein Erkennen der Leitungstrasse hin, die dann in einer S-förmigen Flugkurve überwunden wird. Von dieser Form der Ausweichreaktion bestehen fließende Übergänge zu wiederholten Anflugversuchen, Formationsverlusten zum Auflösen der Gruppen sowie zu Abstopp- und Schreckreaktionen sehr nahe an der Leitung. Das (zu) späte Erkennen führt KREUTZER (1997) auf die Flugformation der Gänse zurück bei der den nachfolgenden Tieren durch die Vorausfliegenden „die Sicht auf das Hindernis versperrt wird“, verbunden mit der fehlenden Wendigkeit und der großen Fluggeschwindigkeit sowie dem schlechter sichtbaren Blitzschutzseil und der späten Erkennbarkeit bei irritierenden bzw. schlechten Lichtverhältnissen. Das bevorzugte Überfliegen der Leitungen von Blässgänsen bei ihren Querungen wird auch im Teilprojekt 5 von HAACK (1997a) bestätigt. Er konnte an 26 Beobachtungstagen über drei Winterhalbjahre 598 Querungen oder Querungsversuche protokollieren und dabei 27 Kollisionen mit 22 beteiligten Trupps beobachten, die für zwölf Tiere tödlich endeten. Als Schema für die überwiegende Anzahl der Kollisionen und der viel häufigeren Beinahekollisionen zeigte sich, dass a) die Blässgänse beim Anfliegen auf Leitungshöhe in der Regel nach oben ausweichen und da-

bei versuchen, rasch an Höhe zu gewinnen. Bei diesem glatten Kurvenflug erreichen sie dann aber häufig die exakte Höhe des Erdseils, an dem sie dann noch in kürzester Entfernung vor dem Seil ein Ausweichmanöver nach oben versuchen, das aber dann nicht mehr gelingt. Und b) wurde deutlich, dass aus kurzer Distanz ein extremes Steigflugmanöver durchgeführt wird, bei der die Blässgänse bei minimaler Fluggeschwindigkeit fast senkrecht aufsteigen, um nach dem Kumulationspunkt abzusacken und in einen Sinkflug überzugehen, wobei viele dieser Manöver direkt am Erdseil enden (s. auch KOOPS 1997).

Soweit im Teilprojekt 2 das Flugverhalten von Vogelarten an den Leitungstrassen erfasst wurde, konnten Reaktionen mit Überfliegen der Leitungsseile bei Graureihern, Gänsen und Stockenten beobachtet werden. Die Gänse fingen beim Anflug auf die Leitungstrasse laut zu schreien an und stiegen vor dem Queren auf. Stockenten flatterten unsicher beim Anflug auf die Leitungen und kollidierten in einem Fall mit dem Leitungsseil (FRIEDRICH 1997). Als weitere, negative Einflüsse der Leitungstrasse auf Vogelarten stellte FRIEDRICH (1997) fest, dass Feldlerchen nicht unmittelbar in Leitungsnähe zum Singflug aufstiegen und Kiebitze nicht unter den Leitungsseilen balzten, sondern während Ortswechsellern bei der Balz die Trasse geradlinig und stumm unter den Leitungsseilen unterflogen (s. auch 4.3).

Durch die beiden Untersuchungen im Rahmen des Teilprojektes 4 konnte außerdem gezeigt werden, dass potentielle Äsungsplätze von Wildgänsen nicht oder sehr viel weniger genutzt werden (können) als die nicht von Trassen durchzogenen Äsungsbereiche (KREUTZER 1997, SOSSINKA & BALLASUS 1997). Zudem tritt in Trassennähe gehäuftes Sichern und weniger Komfortverhalten auf (SOSSINKA & BALLASUS 1997). Ursachen für das Meiden sind neben der Störwirkung der Trasse auch Anflugprobleme der Gänse an diese Äsungsplätze infolge des Lufthindernisses (KREUTZER 1997).

#### 4.3 Verhalten von „Wiesenvögeln“ zur Brutzeit

Mit dem Teilprojekt 6 konnte die Beobachtung, dass Feldlerchen die Leitungen beim Singflug meiden, bestätigt werden, indem eine signifikante Bevorzugung der leitungsfernen Bereiche nachgewiesen werden konnte (ALTEMÜLLER & REICH 1997). Dagegen konnte für den Kiebitz und den Großen Brachvogel kein Einfluss der Leitungen nachgewiesen werden. Der Kiebitz zeigte dagegen in seiner Verteilung eine signifikante Abhängigkeit von der Nutzung. Weiden wurden gegenüber Wiesen bevorzugt. Bei den für die Verteilung der Arten möglichen Einflussfaktoren durch Freileitungen werden elektrische und magnetische Felder, eine visuelle Beeinträchtigung, Vogelschlag und eine erhöhte Prädation im Leitungsbereich diskutiert. Nachdem es keine Hinweise für eine Beeinträchtigung durch elektrische und magnetische Felder gab, wird von ALTEMÜLLER & REICH (1997) bei der Feldlerche die visuelle Beeinträchtigung als entscheidender Störfaktor angenommen. Die Autoren nehmen als die wohl bedeutendsten Einflussfaktoren der Leitungstrassen für bodenbrütende Wiesenvögel die Kollisionsgefahr sowie einen erhöhten Prädationsdruck im Leitungsbereich an, die aber aus methodischen Gründen nicht Gegenstand ihrer Untersuchung waren.

#### 4.4 Suche von Leitungsopfern und Untersuchungen zur Verweildauer von Vogelkadavern im Leitungsbereich

Mit Teilprojekt 2 konnte der Nachweis erbracht werden, dass mit Unterstützung durch ausgebildete Gebrauchshunde ganzjährig Funde von Leitungsanflügen möglich sind. Die Leitungskollisionen in den Untersuchungsgebieten fanden anhand der Fundvögel ausschließ-

lich in den Zugzeiten im Frühjahr und Herbst statt und betrafen hier ausschließlich häufige Arten (HAVELKA et al. 1997, FRIEDRICH 1997). Durch die im Teilprojekt 3 erfolgten Auslegeversuche zur Feststellung der Verweildauer von Kadavern kleinerer Wirbeltiere unter Hochspannungsfreileitungen konnte gezeigt werden dass in den ersten drei Tagen durchschnittlich 24 bis 30 Prozent der Kadaver durch Prädatoren und Assfresser entnommen werden, bei täglicher Suche nach Leitungsopfern aber etwa 70 bis 80 Prozent der verunglückten Vögel gefunden werden können (SCHICKER 1997).

#### 4.5 Optische Signale im Vogelfieder als Vorbild für neu zu entwickelnde Markertypen

Im Rahmen von Teilprojekt 7 wurde der Frage nachgegangen, ob und wie Vögel sich selbst optisch markieren. Die Suche nach solchen Merkmalen sollte einer evtl. Verwendbarkeit für die Markierung von Leitungen dienen. Dazu untersuchte HAACK (1997) die überwiegende Zahl der Kleider europäischer Vogelarten auf auffallende Gemeinsamkeiten und stellte fest, dass die Farben Weiß und Schwarz dabei überdurchschnittlich häufig und sich berührend vorkommen. Sie finden sich bevorzugt an Kopf, Schwanz und an den Flügeln und dienen wahrscheinlich zur Sichtbarmachung ihrer Träger (Abb. 5, 6, Tab.1). Die Universalität der gefundenen Merkmale spricht nach HAACK (1997b) dafür, dass sie von den meisten Vogelgruppen gleichermaßen verwendet und erkannt werden. Davon leitet der Autor die Anwendbarkeit für wirkungsvolle Markierungen ab und entwickelt daraus verschiedene Prototypen schwarzweißer Markierungen, um diese wiederum an einer Versuchsleitung in der Realität hinsichtlich ihrer Wirkung auf anfliegende Vögel und deren Reaktionen zu testen.



4.6 Die Ergebnisse des F+E-Projektes in der Zusammenfassung (s. auch RICHARZ & HORMANN 1997a)

Die bereits von HOERSCHELMANN et al. (1988) genannten Ursachen für Vogelkollisionen an Freileitungen „mangelnde optische Wahrnehmung“ bzw. „mangelnde Hindernisbeherrschung im Luftraum“, „erhöhte Gefahr an den Erdseilen“ sowie „unterschiedliches Anflugrisiko von ver-

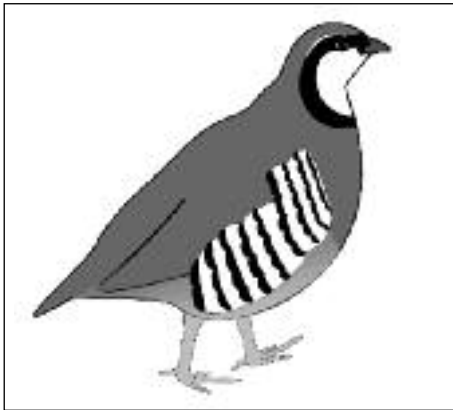


Abb. 5: Steinhuhn (*Alectoris graeca*) als Beispiel für flächiges und gemustertes Vorkommen von Schwarz (nach JONSSON 1992): Im Kopfbereich findet sich „flächiges“ Schwarz, an der Flanke Schwarz als Muster (aus: HAACK 1997b).

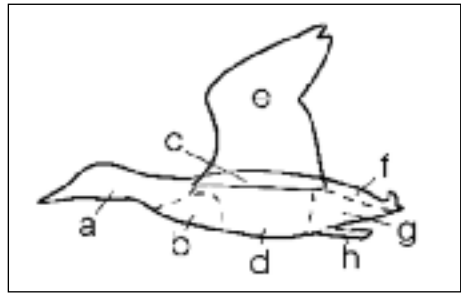


Abb. 6: Aufteilung der Körperregion zur Abgrenzung von (auffälligen) Gefiedermerkmalen (aus: HAACK 1997b).

schiedenen Vogelarten“ werden durch unsere Untersuchungen im Rahmen der Teilprojekte gestützt (BERNSHAUSEN et al. 1997, FRIEDRICH 1997, HAACK 1997a, KREUTZER 1997). Weiterhin wird die Kalkulation von HOERSCHELMANN (1997), dass an Leitungen in „normalen“ mitteleuropäischen Kulturlandschaften ohne besondere Attraktivität für größere Vogelansammlungen die Zahl der Vogelopfer zumindest um das Zehnfache geringer einzuschätzen ist, als in vogelreichen Niederungsgebieten, wird durch unsere Untersuchungen bestätigt (BERNSHAUSEN et al. 1997, HAVELKA & GÖRTZE 1997).

Als Problemgebiete (Leitungen mit hohen Unfallzahlen) haben sich in allen Untersuchungen die Durchzugs- und Rastgebiete mit ihren großen Vogelzahlen

Tabelle 1: Anordnungen der flächigen, sich berührenden schwarzen und weißen Färbungen (in Prozent der flächigen Schwarz-Weiß-Färbungen). Pro Kleid können mehrere Kombinationen vorkommen (es wurden unterschieden: Jugendkleid, Winter-, Sommer-, Pracht-, Schlichtkleid sowie weibliche und männliche Kleider mit Berücksichtigung der Farben im menschlichen Sichtbarkeitsbereich; aus: HAACK 1997b)

Größenklasse	Anzahl Färbung	Weiß und Schwarz sich umgrenzend	weißer Fleck auf schwarzem Grund	schwarzer Fleck auf weißem Grund	Schwarz-Weiß parallel angeordnet
Großvögel	117	58 %	30 %	28 %	42 %
mittelgroße Vögel	109	49 %	25 %	24 %	51 %
Kleinvögel	164	66 %	46 %	20 %	34 %
Zusammen	390	59 %	35 %	24 %	41 %

herauskristallisiert. Für Europa beschreibt LÖSEKRUG (1997) als besonders unfallträchtig: Leitungen, die Zugwege von Vögeln kreuzen, insbesondere an Meerengen, Flusstälern und Tälern zwischen Bergrücken sowie in Rast- und Überwinterungsgebieten (Gewässer, Feuchtgebiete, Steppen). Unter mitteleuropäischen Verhältnissen gehören die küstennahen Niederungen, im Binnenland enger begrenzt vor allem die Überspannungen von Feuchtgebieten und Gewässern einschließlich der „Einflugschneisen“ zu stark frequentierten Rastgebieten zu den Problemgebieten (s. auch HAACK 1997a, KLIEBE 1997, KREUTZER 1997).

Neben den räumlich begrenzten Brennpunkten des Kollisionsrisikos an Freileitungen sind für die Beurteilung eines erhöhten Kollisionsrisikos auch wechselnde Witterungseinflüsse zu berücksichtigen, unter denen die frühzeitige Wahrnehmung der Freileitung und das Flugvermögen beeinträchtigt sein können. Diese zeitlich begrenzten Gefahrenpunkte durch Freileitungen können dann entstehen, wenn besondere Witterungseinflüsse ziehende Arten zum Niedrigfliegen und zum Landen v.a. in Massenansammlungen veranlassen. Dagegen stellen Freileitungen für den gesamten Vogelzug nicht automatisch ein erhöhtes Risiko dar, sondern werden in den Problemgebieten v.a. für rastende und durchziehende Vögel zur Gefahr (s. RICHARZ & HORMANN 1997a).

Weiterhin konnten die Untersuchungen im Rahmen des F+E-Projektes zeigen, dass Groß- und Kleinvögel beim Anflug auf Freileitungen unterschiedlich reagieren, indem sie bevorzugt nach oben ausweichen (Großvögel) oder nach oben und unten ausweichen sowie zwischen den Leiterseilen durchfliegen (bevorzugt Kleinvögel). Geschehen diese Reaktionen aufgrund schlechter Sichtbarkeit der Leitung, der Sehphysiologie der Art, ihrem aktuellen Aufmerksamkeitsverhalten und/oder ihrer Fluggeschwindigkeit und Manövrierfähigkeit zu spät, kann es zu den weiter oben beschriebenen Kollisionser-

eignissen kommen. Zur Minimierung der Vogelverluste, die v. a. in den beschriebenen Problemgebieten auftreten, werden als zusammenfassendes Ergebnis des F+E-Projektes „vogelfreundliche“ Trassenführungen und -gestaltungen (mit avifaunistischen Belangen abgestimmte Trassenplanungen, Umgehung von Brennpunkten, Wahl von Masttypen, Markereinsatz) vorgeschlagen, wobei diese Maßnahmen noch vor der Kompensierung der Vogelverluste durch Ersatzmaßnahmen stehen sollten. An den kritischen Trassenabschnitten wird der Einsatz neu entwickelter, von den natürlichen Signalfärbungen/-mustern der Vögel abgeleitete Marker gefordert, deren Wirksamkeit durch Vorher-Nachher-Untersuchungen zu klären sei (s. RICHARZ & HORMANN 1997b).

#### **5. F+E-Projekt nicht Abschluss, sondern „Zwischenstation“ auf dem weiteren Weg zum effektiveren Vogelschutz an Hochspannungsfreileitungen**

Mit der Vorstellung der Ergebnisse des F+E-Projektes durch die Herausgabe einer umfangreichen Veröffentlichung „Vögel und Freileitungen“ sowie einer zweitägigen, gut besuchten Tagung im Dezember 1997 im Haus der Technik in Essen, war das Engagement von RWE/Amprion nicht beendet. Vielmehr erfolgten als weitere Initiativen:

- die sofortige Zusage durch die Unternehmensleitung, vogelfährliche Mastfelder im Versorgungsnetz von RWE/Amprion mit Vogelmarkierungen auszurüsten
- eine breite Kommunikation der Forschungsergebnisse und deren Umsetzungsmaßnahmen (1997 bis heute)
- die Beauftragung eines Armaturenherstellers zur Weiterentwicklung effizienter Markierungen nach den Vorschlägen aus dem F+E-Projekt für das Erdseil einschließlich der Ent-

wicklung und Erprobung neuer Montage-Methoden zum Einbringen der Vogelschutzmarkierungen unter Strom (2000 – 2007)

- die Beauftragung eines Fachbüros zur Entwicklung einer Bewertungsmethode für die Ermittlung der zu markierenden Mastfelder mit erhöhtem Kollisionsrisiko (1998 – 1999; s. BERNSHAUSEN et al. 2000)
- die Beauftragung eines Fachbüros, in Zusammenarbeit mit den zuständigen Vogelschutzwarten und Vogelschutzverbänden und unter Koordination durch die Vogelschutzwerke Frankfurt, zur Lokalisierung potentiell vogelgefährdender Spannungsfelder im 110- bis 380-kV-Netz von RWE/Amprion (1999 – 2005; s. BERNSHAUSEN et al. 2007)
- die vollständige Markierung der potentiell vogelgefährlichen Spannungsfelder (ca. 1.450) im Hoch- und Höchstspannungsnetz von Amprion/RWE mit den neuen Markern (2005 – 2008)
- die Beauftragung von Untersuchungen zur Wirksamkeit der Vogelmarker in Leitungsabschnitten mit unterschiedlichen Artenspektren und Habitat-eigenschaften (BERNSHAUSEN et al. 2014).

Nachdem die Details zu den letzten vier Punkten von BERNSHAUSEN (2019) ausführlich vorgestellt werden, inkl. der Möglichkeiten, durch Trassenverlauf und Mastarchitektur zur Minimierung des Schlagrisikos beizutragen, kann sich der vorliegende Beitrag auf einige weitere Ausführungen zur Entwicklung und Montage der Vogelschutzmarkierungen sowie zur Kommunikation der Maßnahmen beschränken.

### 5.1 Entwicklungsschritte zu den schwarz-weißen, beweglichen Vogelmarkern

Nachdem sich HAACK (1997b) im Rahmen des Teilprojekts 7 des F+E-Vor-

habens ausgehend vom Vogelverhalten, der Signalwirkung von Gefiederpartien und der (unterschiedlichen) Sehphysiologie der Vögel (s. auch MARTIN 2011) intensiv auseinandergesetzt hatte, entwickelte und testete er über einen bionischen Ansatz verschiedene Prototypen von schwarz-weißen Markierungen, auf die Vögel am besten ansprechen sollten. Im Ergebnis empfahl er sich im Wind drehende und dabei blinkende Markierungen, die die Aufmerksamkeit der Vögel auf die Leitung ziehen, und zwischen denen kleinere Markierungen, die den Verlauf kennzeichnen, gehängt werden sollten (HAACK 1997 b, Abb. 7, 8). Dabei war dem Autor klar, dass Größe, Form und Farbe der Markierungen durch technische Gegebenheiten wie Gewicht, Windwiderstand, mögliche Vereisung, Haltbarkeit und Einflüsse auf die Leitung mitbestimmt werden (s. HAACK 1997b). Um die Eigenschaften der von HAACK (1997b) entwickelten bionischen Markierungen (nach dem „Vorbild der Natur“, hier den Seh- und Verhaltensweisen der Vögel im Flug) mit den technischen Ansprüchen zu harmonisieren, entstanden über verschiedene Entwicklungsschritte und Tests eines Armaturenherstellers aus den vorgeschlagenen selbst drehenden und dabei blinkenden Markierungen mit einer technisch (zu) aufwendigen und anfälligen Mechanik schließlich die schwarz-weißen Kunststoffstäbe mit Blinkeffekt (Abb. 9). Letztere erfüllen alle technischen Anforderungen an Vogelschutzmarkierungen (s. auch FNN 2014).

### 5.2 Entwicklung einer neuen Montagetechnik

Neben dem neuen Markierungstyp „schwarz-weiße, blinkende Kunststoffstäbe“ wurde durch die Initiative von RWE/Amprion auch die Marker-Montage mit dem Hubschrauber entwickelt. Der große Vorteil dieser Methode ist, dass sie gegenüber dem Einsatz von Hubarbeits-

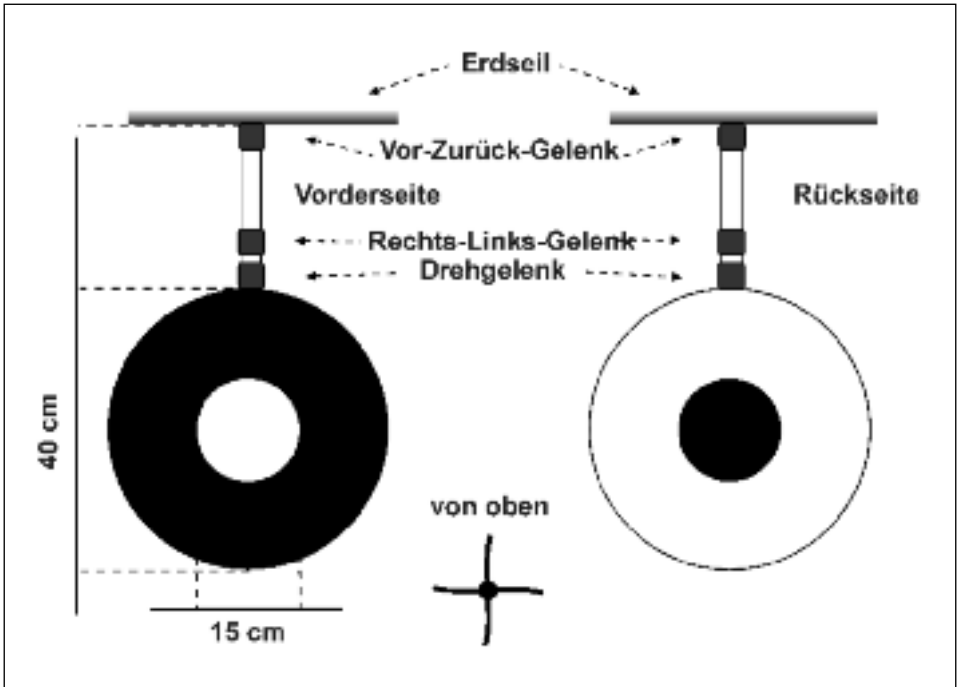


Abb. 7: Modell „Selbstdrehende Scheibenkugel“ (aus: HAACK 1997b).

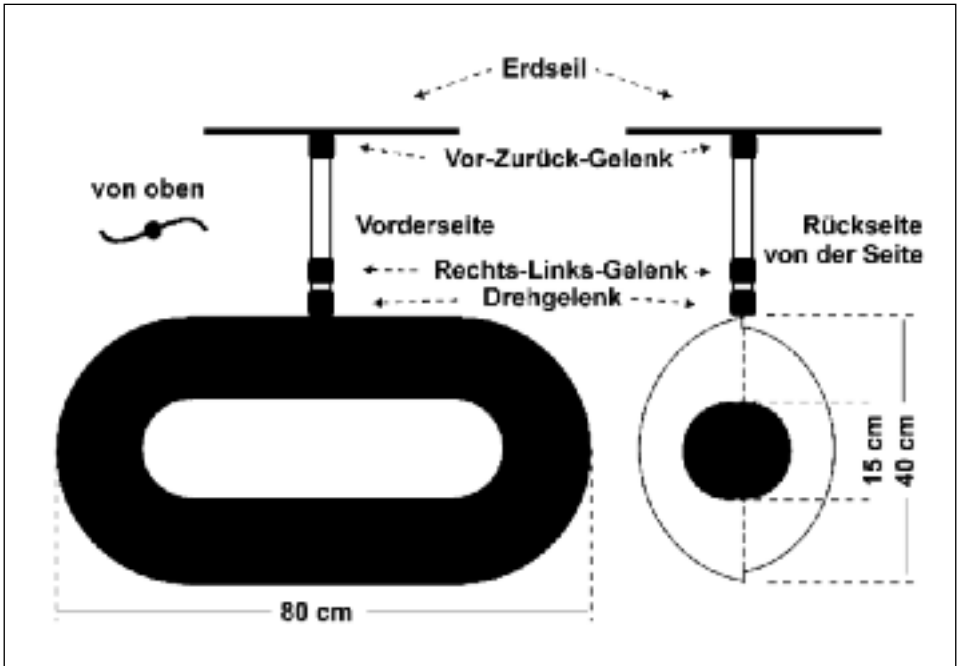


Abb. 8: Modell „Drehendes Oval“ (aus: HAACK 1997b).

bühnen, Leitungsfahrwagen oder Leitungsfahrrädern nicht nur die schnellste Montagemethode ist, sondern dabei auch die unterhalb verlaufenden Leitungen in Betrieb bleiben können. Voraussetzung war, dass der Hubschrauber über zwei unabhängig arbeitende Turbinen angetrieben wird, um beim Ausfall einer Turbine das „Durchsacken“ und damit die Berührung oder das Annähern an die Leiterseile zu verhindern. Zudem sollte das Fahrwerk einziehbar sein, um einem möglichen „Verhaken“ am Erdseil vorzubeugen. Nachdem der passende Hubschraubertyp und die Umbauarbeiten daran mit Sitz des Monteurs außerhalb der Kanzel von der Berufsgenossenschaft und vom Luftfahrtbundesamt genehmigt worden waren, ist diese Form der Montage von Vogelschutzmarkierungen wie auch für Erdseilreparaturen nun bereits seit Jahren ein Standardverfahren im In- und Ausland (Abb. 10, 11, 12).

### 5.3 Kommunikation der Forschungsergebnisse und deren Umsetzungsmaßnahmen

Im Rahmen des Forschungsprojektes sowie bei den folgenden Umsetzungsmaßnahmen war es Amprion und den beteiligten Experten aus dem Naturschutzbereich wichtig, die Ergebnisse, Erkenntnisse und Erfahrungen fortlaufend zu kommunizieren. Dies erfolgte (und erfolgt) zum einen durch Fachpublikationen (s. Literaturliste) und zum anderen durch das Einbringen der Erkenntnisse in Foren, die sich mit der Problematik Energieversorgung/Artenschutz auseinandersetzen bzw. durch die Mitarbeit an Leitfäden und Handlungshinweisen. Als letztere seien der FNN-Hinweis „Vogelschutz an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen (FNN 2014, s. auch BERNSHAUSEN 2019), das BFN-Papier von BERNOTAT & DIERSCHKE (2016, s. auch BERNOTAT et al. 2019) sowie



**Abb. 9:** Vogelschutzmarkierung aus schwarz-weißen beweglichen Kunststoffstäben der Firma RIBE (Foto: Amprion).

die Voten und Hinweise von staatlichen (LAG VSW 2012) und nichtstaatlichen Organisationen (NABU 2013) genannt.

Auch in den sog. Plan N, der Handlungsempfehlungen an die Politik für einen sozial- und umweltverträglichen Stromnetzausbau im Rahmen der Energiewende formuliert, flossen die Empfehlungen zur Markierung der Erdseile von Höchstspannungsfreileitungen sowie einer Trassenführung außerhalb von Gebieten mit Vorrang Naturschutz und auf Einebenenmasten, allesamt um Vogelverluste zu reduzieren, mit ein (Deutsche Umwelthilfe, Hrsg. 2000).

Am 13. April 2011 fand in Budapest unter Leitung der ungarischen Vogel-

schutzorganisation MME/BirdLife Hungary und dem Ungarischen Ministerium für ländliche Entwicklung die Konferenz „Freileitungen und Vogelsterblichkeit“ als Teil des offiziellen Programms der EU-Ratspräsidentschaft statt. 123 Teilnehmer aus 29 europäischen und zentralasiatischen Staaten tauschten sich über die Auswirkungen von Freileitungen auf die Vogelwelt, rechtliche Grundlagen zum Vogelschutz sowie praktische Schutzmaßnahmen aus. Das Vorgehen von Amprion zur Klärung der Kollisionsursachen und bei der Entwicklung, dem Einsatz und der Wirkung neuer Marker sowie die Vorteile der Zusammenarbeit von Netzbetreibern und haupt- wie ehrenamtlichem Natur-



**Abb. 10:** Voraussetzung für die Montage der neu entwickelten Vogel-schutzmarkierungen mit dem Hubschrauber war ein Hubschraubertyp mit zwei unabhängig voneinander arbeitenden Turbinen, die beim Ausfall einer Turbine ein „Durchsacken“ verhindern, ....



**Abb. 11:** .... ein einziehbares Fahrwerk, um einem „Verhaken“ mit den Seilen vorzubeugen sowie eine sichere Sitzmöglichkeit für den Monteur außerhalb der Kanzel. Die Technik wurde von der Berufsgenossenschaft und dem Luftfahrtbundesamt genehmigt (hier: Vorstellung des Hubschraubers vor den beteiligten Akteuren; Fotos: K. Richarz).

schutz konnten dabei in einem Referat vorgestellt werden (RICHARZ & BÖHMER 2011). Ein wichtiges Tagungsergebnis war die Verabschiedung einer „Budapester Erklärung zum Vogelschutz an Freileitungen“. Darin werden die EU-Mitgliedsstaaten aufgefordert, im gemeinsamen Interesse an der Erhaltung der biologischen Vielfalt in Europa in den nächsten Jahren verstärkt und gemeinsam abgestimmt die erforderlichen Vogelschutzmaßnahmen an Freileitungen auf den Weg zu bringen.

## 6. Forderungen und Lösungen

Der von RWE/Amprion bereits mit Beginn des F+E-Projektes eingeschlagene Weg im Umgang mit dem Problemfeld „Vogelanflug an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen“ hat die wesentlichen Forderungen der o. g. Erklärung vorweggenommen. Nach der Erkenntnis, warum und in welchen räumlichen und/oder witterungsbedingten Situationen es zu Vogel-

kollisionen kommt, wurden die binnenländischen Problemgebiete im gesamten, 11.000 km langen Übertragungsnetz des Netzbetreibers erfasst (BERNSHAUSEN et al. 2000, 2007), um alle als potentiell mit hohem Kollisionsrisiko für Vögel identifizierte Leitungsabschnitte mit den neu entwickelten, effizienten Vogelmarkern nachzurüsten. Nachdem seit dieser freiwilligen Nachrüstung gut zehn Jahre vergangen sind, und sich in diesem Zeitraum sicher Veränderungen ergeben haben, die sich quantitativ wie qualitativ in der Vogelwelt widerspiegeln, ist von Amprion eine Überprüfung des gesamten Übertragungsnetzes auf evtl. neu entstandene vogelrisikante Bereiche vorgesehen, um diese ebenfalls durch Markereinsatz zu entschärfen (AMPRION mdl.).

Wenn zudem bei der Planung neuer Leitungen die Grundsätze gelten, dass dabei auf avifaunistisch bedeutsame Räume besondere Rücksichtnahme erfolgt und Trassenführung wie -gestaltung inkl. Markierungen mit den Belangen des Vogelschutzes abgestimmt werden, muss von



Abb. 12: Vogelschutzmarkierung mit dem Hubschrauber (Foto: Westnetz GmbH).

Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen keine Gefahr für die Erhaltung der biologischen Vielfalt ausgehen.

## 7. Literatur

ALTEMÜLLER, M. J. & M. REICH (1997): Einfluss von Hochspannungsleitungen auf Brutvögel des Grünlandes. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 111 – 127.

APLIC (2006): Suggested Practices for Avian Protection on Power Lines: The State of the Art in 2006. Edison Electric Institute, APLIC, and the California Energy Commission. Washington, D.C. and Sacramento, CA.

BERNOTAT, D. & V. DIERSCHKE (2016): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen – 3. Fassung – Stand 20. 09. 2016, 460 Seiten.

BERNOTAT, D., C. RICKERT & S. ROGAHN (2019): Bewertung des konstellationspezifischen Risikos von Freileitungen im Rahmen des europäischen Arten- und Gebietsschutzes. In: Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 86 – 112.

BERNSHAUSEN, F., M. STREIN & H. SAWITZKY, (1997): Vogelverhalten an Hochspannungsfreileitungen – Auswirkungen von elektrischen Freileitungen auf Vögel in durchschnittlich strukturierten Kulturlandschaften. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 59 – 92.

BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, K. RICHARZ, H. SAWITZKY & D. UTHNER (2000): Vogelschutz an Hochspan-

nungsfreileitungen – Zwischenbericht eines Projekts zur Minimierung des Vogelschlagrisikos. Naturschutz und Landschaftsplanung 32(12): 373 – 379.

BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, D. UTHNER & M. WAHL (2007): Hochspannungsleitungen und Vogelschutz: Minimierung des Kollisionsrisikos. Bewertung und Maßnahmen zur Markierung kollisionsgefährlicher Leitungsbereiche. – Naturschutz und Landschaftsplanung 39, 1/2007, S. 5 – 12.

BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, K. RICHARZ & S. R. SUDMANN (2014): Wirksamkeit von Vogelabweisern an Hochspannungsfreileitungen – Fallstudien und Implikationen zur Minimierung des Anflugrisikos. NuL 46(4): 107 – 115.

BERNSHAUSEN, F. (2019): Ansätze zur Risikobewertung von Vogelkollisionen und ihre Umsetzung in die Planungspraxis. In: Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 74 – 85.

BEVANGER K. (1998): Biological and Conservation Aspects of Bird Mortality Caused by Electricity Power Lines: a Review. Biological Conservation, 86: 67 – 76.

BRAUNEIS, W., W. WATZLAW & L. HORN (2003): Das Verhalten von Vögeln im Bereich eines ausgewählten Trassenabschnittes der 110 kV-Leitung Bernburg-Susigke (Bundesland Sachsen-Anhalt). Flugreaktionen, Drahtanflüge, Brutvorkommen. – Ökologie der Vögel. Verhalten – Konstitution – Umwelt. Band 25, Heft 1, November 2003, S. 69 – 115.

DEUTSCHER RAT FÜR LANESPFLEGE E.V., BUND HEIMAT UND UMWELT E.V. (2013): Anforderungen an den Um- und Ausbau des Höchstspannungsstromnetzes – aus der Sicht von Naturschutz und Kulturlandschaftspflege. Schr.-R. d. Deutschen Rates für Landschaftspflege, Heft 84, S. 5 – 62.



- DEUTSCHE UMWELTHILFE, Hrsg. (2010): Plan N, Handlungsempfehlungen an die Politik: Forum Netzintegration Erneuerbare Energien.
- EUROPEAN COMMISSION (2014): Guidance document on energy transmission infrastructure and Natura 2000 and EU protected species. Final draft April 2014, 128 S.
- FNN (2014): FNN-Hinweis „Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen“. FNN/VDE 39 S.
- FRIEDRICH, H. (1997): Erfahrungen und Beobachtungen beim Kontrollieren einer Freileitungstrasse nach Vogelerschlagopfern. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 300–302.
- HAACK, C. (1997a): Kollisionen von Blässgänsen (*Anser albifrons*) mit einer Hochspannungsfreileitung bei Rees (Unterer Niederrhein), Nordrhein-Westfalen. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 295–299.
- HAACK, C. (1997b): Gefiederfarben und Flugverhalten europäischer Vogelarten als Vorbild für die Markierung von Hochspannungsfreileitungen zur Vermeidung von Vogelschlag. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 239–258.
- HAAS, D., M. NIPKOW, G. FIEDLER, R. SCHNEIDER, W. HAAS & B. SCHÜRENBURG (2005): Protecting birds from powerlines. Nature and Environment, No. 140.
- HAVELKA, P. & H.-J. GÖRZE (1997): Vogelarten und Vogelschlagopfer an Freileitungen – Ergebnisse von Trassenbegehungen mit Bestandshebungen und Hundesuche. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 93–110.
- HEJINIS, R. (1980): Vogeltod durch Drahtanflüge bei Hochspannungsleitungen. Ökologie der Vögel 2, 1980, Sonderheft, S. 111–129.
- HOERSCHELMANN, M. (1997): Wie viele Vögel fliegen gegen Freileitungen? UVP-report 3/97, 166–168.
- HOERSCHELMANN, H., A. HAACK & F. WOHLGEMUTH (1988): Verluste und Verhalten von Vögeln an einer 380-kV-Freileitung. Ökologie der Vögel 10, S. 85–103.
- HOERSCHELMANN, H., W. BRAUNEIS & K. RICHARZ (1997): Erfassung des Vogelfluges zur Trassenwahl für eine Hochspannungsfreileitung. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 41–57.
- KLIEBE, K. (1997): Auswirkungen von Freileitungen auf die Vögel der Radenhäuser Lache, Landkreis Marburg-Biedenkopf/Hessen. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 291–294.
- KOOPS, F. B. J. (1997): Markierung von Hochspannungsfreileitungen in den Niederlanden. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 276–278.
- KREUTZER, K.-H. (1997): Das Verhalten von überwinternden, arktischen Wildgänsen im Bereich von Hochspannungsfreileitungen am Niederrhein (Nordrhein-Westfalen). – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 129–145.

- LAG VSW (2012): Markierung von Hoch- und Höchstspannungsleitungen – Votum der LAG VSW für die bundesweite Anwendung des Stands der Technik. 1 S.
- LÖSEKRUG, R. (1997): Vogelverluste durch Stromleitungen – Erfahrungen aus Mitteleuropa und dem Mittelmeerraum. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 157 – 166.
- MARTIN, G. R. (2011) Review article Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis*, 239 – 254. gr
- NABÜ (2013): Vogelflug unter Höchstspannung. Sichere Stromfreileitungen für Vögel. Broschüre, 6 S.
- RASSMUS, J., S. GEIGER, CH. HERDEN, H. BRAKEMANN, J. STAMMEN, R. DONGPING ZHANG, H. CARSTENSEN, H. GROTLÜSCHEN, A. MAGNUSSEN & M. JENSEN (2009): Naturschutzfachliche Analyse von küstennahen Stromleitungen, im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz.
- RICHARZ, K. & M. HORMANN, Hrsg. (1997a): Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, 304 S.
- RICHARZ, K. & M. HORMANN (1997b): Wie kann das Vogelschlagrisiko an Freileitungen eingeschätzt und minimiert werden? – Entwurf eines Forderungskatalogs für den Naturschutzvollzug. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 263 – 271.
- RICHARZ, K. & D. UTHER (1998): Vogelschutz und Hochspannungsfreileitungen. – Elektrizitätswirtschaft Jg. 97(4): 49 – 52.
- RICHARZ, K. & W. BÖHMER (2011): Co-operation between bird conservation organizations and electric utility companies – progress and challenges. Lecture, International Conference Power Lines and Bird Mortality in Europe, 11th April 2011, Budapest.
- RICHARZ, K. & F. BERNSHAUSEN (2017): Ansätze zur Bewertung und Vermeidung anlagebedingter Mortalität durch Kollision von Vögeln an Freileitungen – am Beispiel der FNN-Hinweise. In: BERNOTAT, D., V. DIERSCHKE & R. GRUNEWALD (Hrsg.): Bestimmung der Erheblichkeit und Beachtung von Kumulationseffekten in der FFH-Verträglichkeitsprüfung. S. 79 – 97. BfN 2017.
- SCHICKER, J. (1997): Experimentelle Untersuchungen zur Verweildauer von Vogelkadavern unter Hochspannungsfreileitungen. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 147 – 155.
- SOSSINKA, R. & A. BALLASUS (1997): Verhaltensökologische Betrachtungen von Effekten der Industrielandschaft auf freilebende Vögel unter besonderer Berücksichtigung von Freileitungen. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 19 – 27.
- VDE (2011): VDE-AR-N 4210-11 Vogelschutz an Mittelspannungsleitungen, VDE-Anwendungsregel.

Anschrift des Verfassers:

DR. KLAUS RICHARZ,  
Oberstadt 19,  
D-35423 Lich,  
E-Mail: drklausricharz@aol.com

## Umsetzung von Vogelschutzmaßnahmen bei Amprion

von BJÖRN WOHLGEMUTH & DANIEL HEITBAUM, Dortmund

*Keywords: Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen, Vogelschutzmaßnahmen, Durchführung, Forschung und Entwicklung, Planung und Zulassung, Vogelschutz im Bauwesen, Anbringen von Nisthilfen*

*High voltage and extra high voltage overhead lines, bird protection measures, implementation, research and development, planning and approval, bird protection in construction, installation of nesting aids*

*Zusammenfassung: In einer Übersicht wird das Engagement von Amprion bei der Umsetzung von Vogelschutzmaßnahmen im Übertragungsnetz des Unternehmens aufgezeigt. Basierend auf den Ergebnissen unseres Forschungsprojekts zum Vogelverhalten an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen wurde eine Methode zur Erkennung von avifaunistischen Gefahrenpotentialen entwickelt, um anschließend die vogelkritischen Abschnitte zu identifizieren und mit neuen Vogelschutzmarkierungen basierend auf dem Vogelverhalten auszurüsten. Darüber hinaus werden die Planung, Genehmigung und die Konstruktion von Vogelschutzmaßnahmen beim Bau von Freileitungen in chronologischer Reihenfolge dargestellt. Es ist geplant, die bisher vorgenommenen Maßnahmen zum Vogelschutz durch aktuelle Datenaufnahmen zu überprüfen, um die im Laufe der Zeit raum- und artbezogenen Veränderungen der Vogelvorkommen zu berücksichtigen.*

*Abstract: An overview of Amprion's commitment to the implementation of bird protection measures in the company's transmission network is presented. Based on the results of our research project on bird behavior on high and extra-high voltage overhead power lines, a method was developed for the detection of avifaunistic hazard potential in order subsequently to identify the bird-critical sections and to equip them with new bird protection markers based on bird behavior. Furthermore, the planning, approval and construction of bird protection measures for overhead lines are presented in chronological order. It is planned to review the bird protection measures that have been implemented so far by means of up-to date data in order to take account of spatial and species-related changes in bird populations over time.*

### 1. Einleitung

Umwelt- und Vogelschutz sind Teil der Unternehmenskultur bei Amprion. „Wir planen, bauen und betreiben unser Netz so, dass die Belastung für Mensch und Umwelt so gering wie möglich ist“ ist ein Nachhaltigkeitsziel des Unternehmens.

Die Investitionen von Amprion in den Netzausbau haben einen langfristigen volkswirtschaftlichen Nutzen. Sie ermög-

lichen die weitere Integration erneuerbarer Energien und die Stärkung des Europäischen Energiebinnenmarktes und tragen so nachhaltig zu den energiepolitischen Zielen Deutschlands und der EU bei. Bei der Planung und Umsetzung der konkreten Netzausbauprojekte strebt Amprion eine gesellschaftliche Akzeptanz an. Damit neue Technologien wirtschaftlich und ökologisch nachhaltig in das Stromübertragungsnetz integriert werden können, ist es insbesondere erforderlich,

Umwelt- und Technologierisiken zu minimieren. Dies berücksichtigt Amprion bei der technischen Planung der Netzausbauprojekte.

Das Unternehmen engagiert sich seit vielen Jahren für den Umweltschutz – sowohl bei der Planung neuer Projekte als auch beim Betrieb des bestehenden Übertragungsnetzes. Im Folgenden soll der Fokus speziell auf den Aspekt des Vogelschutzes gerichtet werden.

Vor über 20 Jahren wurden die ersten Grundsteine dafür gelegt. In einem mehrjährigen Forschungsvorhaben von Amprion – damals noch RWE – in Kooperation mit Fachleuten aus dem behördlichen und dem ehrenamtlichen Naturschutz sowie aus dem Bereich der Umweltfachplanung haben Ornithologen umfangreiche Untersuchungen zum Verhalten von Vögeln an Freileitungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind noch heute eine wichtige Grundlage für den Umgang mit dem Problem des Vogelanzugs (RICHARZ & HORMANN 1997, s. auch RICHARZ 2019, BERNSHAUSEN et al. 2000, 2007, 2014, BERNSHAUSEN 2019).

Auch im weiteren zeitlichen Verlauf bis heute engagiert sich Amprion für den Wissensaufbau und Wissensaustausch im Kontext von Vögeln und Freileitungen. Ein wichtiger Meilenstein dabei war die Veröffentlichung des Technischen Hinweises „Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen“, an deren Entwicklung Experten aus den Reihen der Netzbetreiber sowie aus dem Naturschutz beteiligt waren (FNN 2014).

Neben dem Austausch innerhalb Deutschlands vernetzt sich Amprion auch international zum Thema Vogelschutz. Durch die Mitwirkung in der Arbeitsgruppe Electrical Infrastructure and Wildlife bei der internationalen Organisation Cigré konnten bereits viele gute Praxisansätze miteinander geteilt werden.

Amprion und weitere deutsche Netzbetreiber unterstützen darüber hinaus die

Renewables Grid Initiative, die Umweltverbände und Netzbetreiber an einen Tisch bringt und über die eine Hotline „Vogelfund und Stromleitung“ eingerichtet wurde.

In der 2018 veröffentlichten 32-seitigen Broschüre „Vogelschutz bei Amprion“ stellt das Unternehmen seine Aktivitäten und Erfahrungen aus 20 Jahren Vogelschutz an Freileitungen vor.

Die zahlreichen Aktivitäten sind eine wichtige Grundlage für die Umsetzung gezielter Schutzmaßnahmen, die im Folgenden näher beschrieben werden.

## 2. Strukturelle Umsetzung des Vogelschutzes

Der Vogelschutz ist in der Unternehmensphilosophie von Amprion fest verankert und reicht über alle Ebenen von der Grundlagenarbeit über die Planung und Genehmigung bis hin zum Bau und dem Betrieb von Freileitungen.

### 2.1 Grundlagenarbeit

Am Anfang stand und steht die ornithologische Grundlagenarbeit. Hierzu haben Experten das Verhalten von Vögeln an Freileitungen näher untersucht. Sie stellten fest, dass in bestimmten Konstellationen für Vögel ein Risiko besteht, vor allem mit den sogenannten Erdseilen im obersten Bereich von Freileitungen zusammenzustoßen. Außerdem gibt es die Erkenntnis, dass manche Vogelarten Freileitungen als lineare Infrastrukturen meiden, wohingegen bestimmte Arten Freileitungen in ihr Lebensumfeld integrieren und diese als Ansitzwarten, zum Ruhen und Versammeln und sogar zum Brüten nutzen.

Vor diesem Hintergrund war und ist es notwendig, zu den Interaktionen von Vögeln mit Freileitungen belastbare Daten zu erheben – mit dem Ziel, eine verlässliche Risikoabschätzung zum Vogelanzug an Freileitungen auf Vogelgruppen –, wenn

möglich auch auf Vogelarten-Niveau zu erhalten. Bei der Risikoabschätzung sind auch der Einfluss unterschiedlicher Landschaften und Funktionsräume sowie wechselnder äußerer Bedingungen (wie Witterungseinflüsse, Störungen) zu berücksichtigen. Antworten zu diesen Fragestellungen lieferte ein Forschungsvorhaben (RICHARZ & HORMANN 1997, RICHARZ 2019), das sich umfangreich mit der Verhaltensbiologie, einer Risikokategorisierung und der Bewertung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen auseinandersetzte. Daran anschließend folgte die Entwicklung standardisierter Werkzeuge und Maßnahmen sowie deren Anwendung im Netz von Amprion. Hierzu zählt vor allem die Entwicklung eines neuen Markttyps, der die Signalwirkung des Vogelgefieders unter Berücksichtigung der Sehphysiologie und dem Flugverhalten der Vögel zum Vorbild hat (HAACK 1997, RICHARZ 2019). Ein Büro für Umweltplanung entwickelte eine Methode, mit der das avifaunistische Gefährdungspotenzial einzelner Leitungsabschnitte bestimmt und so die Regionen bzw. Abschnitte mit Vogelschutzschwerpunkten im gesamten Leitungsnetz von Amprion (bzw. den damaligen Vorgängerunternehmen) identifiziert werden konnten (BERNSHAUSEN et al. 2007, s. auch BERNSHAUSEN 2019). Die Erweiterung der so geschaffenen Wissensbasis erfolgt kontinuierlich durch nationalen und internationalen Erfahrungsaustausch in Arbeitsgruppen sowie auf Fachtagungen. Bei der Umsetzung von Schutzmaßnahmen werden insbesondere auch Good-Practice-Lösungen berücksichtigt – also Werkzeuge und Maßnahmen, die sich bei Amprion und anderen Netzbetreibern im Laufe vieler Jahre als fachlich wirksam etabliert haben.

## 2.2 Planung und Genehmigung

Für Projekte zum Bau von Freileitungen hat der Gesetzgeber ein umfangreiches Normenpaket vorgegeben. Diese

Rechtsnormen sind Gegenstand öffentlich-rechtlicher Genehmigungsverfahren. Erst wenn diese erfolgreich durchlaufen wurden und die zuständige Behörde ihre Zulassung erteilt hat, können die zuständigen Netzbetreiber ihre Projekte realisieren und bauen werden. Der Gesetzgeber macht eine Vielzahl planungsrechtlicher und vor allem auch umweltrechtlicher Vorgaben, die bei der Planung einer neuen Leitung zu berücksichtigen sind. Für die Genehmigungsverfahren muss Amprion zunächst sehr umfangreiche Umweltuntersuchungen durchführen. Hierbei werden alle Schutzgüter untersucht, die im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) definiert sind. Die Umweltuntersuchungen werden in der Regel von erfahrenen Umweltplanungsbüros durchgeführt. Hinzu kommen eine Reihe zusätzlicher, zum Teil sehr umfangreicher Fachprüfungen für die Untersuchung der Artenschutzbelange inklusive des Vogelschutzes.

Im Rahmen der Umweltuntersuchungen werden auch Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen bezüglich Planung und Bau betrachtet und bewertet. Gegebenenfalls müssen die Netzbetreiber zudem Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen entwickeln, um einen umweltfachlichen Eingriff zu kompensieren. Sämtliche Umweltuntersuchungen werden von den Naturschutz- und Zulassungsbehörden detailliert geprüft. Erst nach erfolgreicher positiver Prüfung der Umweltbelange kann eine Genehmigung erteilt werden. Insgesamt ist somit der Schutz von Natur und Umwelt – und damit auch der hier im Mittelpunkt stehende Vogelschutz – durchgängig in Planung und Genehmigung eines Leitungsbauprojektes sichergestellt.

## 2.3 Vogelschutz in der Bauausführung

Für eine sichere Energieversorgung und die Integration der erneuerbaren

Energien ist der Ausbau des Übertragungsnetzes erforderlich. Während der Bauausführung berücksichtigen die zuständigen Netzbetreiber zahlreiche artenschutzrechtliche Auflagen und Nebenbestimmungen, die – hier insbesondere auf den Vogelschutz bezogen – entsprechend der einzelnen Arbeitsschritte in chronologischer Reihenfolge kurz vorgestellt werden. Ergänzend zu den im Vorfeld erstellten Artenschutzgutachten und daraus abgeleiteten Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen prüft und bewertet die ökologische Baubegleitung vor dem Baubeginn erneut das Vorkommen der Vogelarten vor Ort. Bei Konflikten mit dem Vogelschutz werden konkrete Lösungsansätze entwickelt und umgesetzt, etwa durch Anwendung der vorgeplanten Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen.

Neben den artenschutzrechtlichen Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen sind bei der Bauausführung zahlrei-

che weitere Randbedingungen zu beachten. Dazu zählen unter anderem:

- Bauzeiteneinschränkungen
- witterungsabhängige Bodeneingriffe
- witterungsabhängige und betriebliche Netzverfügbarkeiten
- die privatrechtliche Flächennutzung

Eine besondere Herausforderung stellen hierbei die oft zeitlich konkurrierenden Randbedingungen dar.

Zu den ersten Flächeninanspruchnahmen beim Leitungsbau zählen der Wegebau (Errichtung von Zuwegungen) sowie die Herstellung der Baustelleneinrichtungsflächen. Diese Maßnahmen beinhalten:

- die frühzeitige Abstimmung sämtlicher Zuwegungen und Arbeitsflächen mit den Grundstückseigentümern und Straßenbaulastträgern
- die örtliche Prüfung/Kartierung der Flächen unmittelbar vor der ersten Inanspruchnahme

**Abb. 1:** Errichtung von Zuwegungen (Foto: Amprion).





Abb. 2 und 3: Gründung von Mastfundamenten (Fotos: Amprion).





Abb. 4 und 5: Mastmontage (Fotos: Amprion).





- die detaillierte Beteiligung der ökologischen Baubegleitung
- die Beteiligung der Naturschutzbehörden und Naturschutzvereine
- die Kennzeichnung der freigegebenen Flächen
- die Anpassung des Wegebausystems an die Witterungsverhältnisse.

Bei den nächsten Arbeitsschritten, der Gründung von Mastfundamenten und der Montage der Maste, sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Beachtung der Bauzeiteneinschränkungen
- ggf. aktive Vergrämuungsmaßnahmen bei entsprechenden Vorkommen (insbesondere in der Zeit zwischen Mastgründung und Mastmontage als durchgehende Baumaßnahmen)
- schnellstmögliche Montage des Mastes nach der Vormontage
- Anpassung der Arbeits- und Bauweisen an die Witterungsverhältnisse

Bei den nachfolgenden Seilzugarbeiten und der Montage von Vogelschutzmarkierungen sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Beachtung der Bauzeiteneinschränkungen
- angepasste Wahl der Seilzugflächen
- Vergrämuungsmaßnahmen bei entsprechenden Vorkommen
- Besatzkontrolle bei entsprechenden Vorkommen (insbesondere der neu errichteten Maste)
- ggf. Unterbindung von Nistaktivitäten auf den neu errichteten Masten (Vergrämuung durch Bauaktivitäten oder technische Maßnahmen)
- frühzeitige Planung des Montagezeitpunktes der Vogelschutzmarkierungen in Abhängigkeit vom Bauablauf, der Witterungsbedingungen und den entsprechenden Vorkommen
- Auswahl des Montageverfahrens der Vogelschutzmarkierungen in Abhängigkeit vom Montagezeitpunkt

**Abb. 6:** Seilzug (Foto: Amprion).



- Beachtung örtlicher Besonderheiten beim Einsatz von Vogelschutzmarkierungen (z.B. Unterbauung, Kreuzungen).

Es liegt in der Verantwortung der Netzbetreiber, die Notwendigkeit von Nisthilfen individuell zu prüfen. Soweit Nisthilfen erforderlich sind, wählen sie sinnvolle Maststandorte aus, gegebenenfalls auch alternative Standorte außerhalb der Trasse oder von Masten. Außerdem berücksichtigen sie auch betriebliche Randbedingungen und geplante Bautätigkeiten auf den betroffenen Masten.

### 3. Ausblick

Die Studienergebnisse von 1997 zur Evaluierung des Vogelschutzes im Netz von Amprion (bzw. der Vorgängerunternehmen) bilden die solide Grundlage für die bisher durchgeführten Maßnahmen.

Amprion plant für die Zukunft eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Vogelschutzaktivitäten. Das Unternehmen will u.a. aus anderen Good-Practice-Beispielen zum Vogelschutz im Stromtransportnetz lernen, weitere Anregungen von Stakeholdern – insbesondere aus dem Naturschutzbereich – aufnehmen sowie die im Laufe der Zeit raum- und artbezogen entstandenen Veränderungen der Vogelvorkommen berücksichtigen.

### 4. Literatur

AMPRIION (2018): Vögel und Freileitungen – Vogelschutz bei Amprion. Amprion GmbH, Dortmund, 30 S.; [https://www.amprion.net/Dokument/e/Mensch-Umwelt/vogelschutz/AMP\\_17\\_012\\_BRO\\_Vogelschutz\\_Innen\\_DE\\_180404.pdf](https://www.amprion.net/Dokument/e/Mensch-Umwelt/vogelschutz/AMP_17_012_BRO_Vogelschutz_Innen_DE_180404.pdf)

**Abb. 7:** Montage von Vogelschutzmarkierungen (Foto: Dominik Pietsch).





Abb. 8 und 9: Montage von Nisthilfen (Fotos: Markus Pietrek).



- BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, K. RICHARZ, H. SAWITZKY & D. UThER (2000): Vogelschutz an Hochspannungsfreileitungen – Zwischenbericht eines Projekts zur Minimierung des Vogelschlagrisikos. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 32(12): 373–379.
- BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, D. UThER & M. WAHL (2007): Hochspannungsleitungen und Vogelschutz: Minimierung des Kollisionsrisikos. Bewertung und Maßnahmen zur Markierung kollisionsgefährlicher Leitungsbereiche. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* 39, 1/2007, S. 5–12.
- BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, K. RICHARZ & S. R. SUDMANN (2014): Wirksamkeit von Vogelabweisern an Hochspannungsfreileitungen – Fallstudien und Implikationen zur Minimierung des Anflugrisikos. *NuL* 46(4): 107–115.
- BERNSHAUSEN, F. (2019): Ansätze zur Risikobewertung von Vogelkollisionen und ihre Umsetzung in die Planungspraxis. In: Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 74–85.
- FNN (2014): FNN-Hinweis „Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen. FNN/VDE 39 S.
- HAACK, C. (1997): Gefiederfarben und Flugverhalten europäischer Vogelarten als Vorbild für die Markierung von Hochspannungsfreileitungen zur Vermeidung von Vogelschlag. – *Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen*; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 239–258.
- RICHARZ, K. & M. HORMANN, Hrsg. (1997): *Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen*; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, 304 S.
- RICHARZ, K. (2019): Besser schützen durch mehr Wissen und abgestimmtes Vorgehen. In: Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 5–24.

Anschrift der Verfasser:

BJÖRN WOHLGEMUTH,  
DANIEL HEITBAUM,  
Amprion GmbH,  
Robert-Schuman-Straße 7,  
D-44263 Dortmund

## Vogelkollisionen und deren Vermeidung – ein internationales Problem in der Afrikanisch-Eurasischen Region

### Bird collisions with power lines and mitigation – an international problem in the African-Eurasian region

by HEIN PRINSEN, Culemborg

*Keywords: Overhead lines, collision risk, species at risk, wire markers, monitoring*

*Freileitungen, Kollisionsrisiko, gefährdete Arten, Vogelschutzmarker, Monitoring*

*Abstract: Power lines constitute one of the major causes of unnatural deaths for birds in large parts of the African-Eurasian region, with an estimated many millions of victims each year. Collisions can occur at all overhead lines, although most commonly at high-voltage lines; this is due to the relative abundance of wires in multiple vertical layers. Fast-flying species with poor manoeuvrability and poor forward vision are thought to be the most frequent victims. Furthermore, collision risk is highest during periods of limited visibility, such as twilight or at night. This paper summarizes the results from a review of the nature, scale and impact of the collision of birds across the African-Eurasian region, including a summary of the aspects involved and gaps in knowledge. It also includes recommendations for actions to reduce the level of bird mortality.*

*Zusammenfassung: Stromleitungen sind eine der Hauptursachen für nicht natürliche, anthropogen bedingte Todesfälle bei Vögeln in weiten Teilen der afrikanisch-eurasischen Region, mit schätzungsweise vielen Millionen Vogelopfern pro Jahr. Vogel-Kollisionen können an allen Freileitungen vorkommen, am häufigsten jedoch an Hochspannungsleitungen, deren Seile in mehreren vertikalen Schichten geführt werden. Schnellfliegende Arten mit schlechter Manövrierfähigkeit und schlechter bzw. eingeschränkter Geradeaussicht zählen zu den häufigsten Kollisionsoffern. Darüber hinaus ist das Kollisionsrisiko in Zeiten eingeschränkter Sichtverhältnisse, wie in der Dämmerung oder nachts, am höchsten. Dieses Papier fasst die Ergebnisse einer Übersicht zu Art, Umfang und Auswirkungen von Vogelkollisionen in der afrikanisch-eurasischen Region zusammen, einschließlich einer Zusammenfassung der Kollisionsursachen und vorhandener Wissenslücken. Es enthält auch Empfehlungen für Maßnahmen zur Verringerung der Vogelsterblichkeit.*

#### Introduction

Each year millions of birds die worldwide as a result of collisions with overhead power lines. A bird collision occurs when a flying bird physically collides with an overhead cable. The bird is typically killed by the impact with the cable, the subsequent impact with the ground, or it dies from the resulting injuries. The risk of a species colliding with power lines is a result of the combination of the level of

exposure to the risk and the susceptibility of the species to collision. Besides darkness and low visibility at twilight, environmental conditions such as fog, dense clouds and several types of precipitation reduce the visibility of power lines and this increases the collision risk for birds. Furthermore, strong winds may lead to a reduction of flight control, increasing the chance of collision with power lines for birds that are active under harsh weather conditions, like gulls. Other factors that

are known to influence the collision rate include technical, topographical and biological factors. For example, the thin and less visible ground or earth wire above the phase conductors has been found to pose the largest risk (FAANES, 1987; Jenkins et al., 2010). Proximity to areas rich in birds, such as roosting and foraging sites, the presence of tall vegetation (i.e. trees) that forces birds to fly at power line height, and topographic features such as rivers and mountain valleys that concentrate birds in certain flight routes, are also important factors influencing the collision rate. However, different species experience different collision rates. The vulnerability of a specific species to collision with power lines is defined by the combination of the exposure to collision risk and the susceptibility of the species to collision (JENKINS et al., 2010). The exposure to collision risk depends on the amount of time a species spends in the air, the height at which this species tends to fly and the location of foraging and roosting areas relative to the position of the power line. The susceptibility of a species to collision depends on its morphology (i.e. the flight performance of less manoeuvrable birds like herons, cranes, bustards and swans, see BEVANGER, 1998; JANSS, 2000), vision (MARTIN, 2011) and behaviour (e.g. the tendency to fly in large flocks, to carry out display flights at higher altitudes and/or to regularly fly at night), but is also sometimes age-related (RENSSEN, 1977; MATHIASSEN, 1993).

Bird collisions with power lines have been the subject of research in many different countries, mainly in North America, Europe and South Africa. However, there are also large parts of the world, such as large parts of Asia and Africa, where the problem is still generally unexamined. The studies conducted over the last decades have focused on the underlying causes and the species involved and have examined many different mitigating measures. Despite this extensive research effort, the impact of mortality caused by collisions with

power lines on bird populations remains largely unknown. It is possible that on a local scale mortality due to collisions with power lines can be an important factor causing populations of certain vulnerable species to decline.

This paper summarizes and updates the results of a review of the international scale of the issue within the African-European flyways of migratory bird species carried out by PRINSEN et al. (2011a). It focuses on the extent of the problem, describing known hotspots of collision mortality and species involved, mitigation measures and their effectiveness, and concludes with research needed in an era in which power line networks worldwide are likely to expand manifold.

## Extent of the problem

The first reports on collisions of birds with overhead wires date from the late 19th century, when several authors in the United States reported findings of collision victims (i.e. many tens of Horned Larks and 14 Grey Phalaropes) with telegraph lines (references in APLIC 2006). Bird collisions with power lines were noted as early as 1904, when collisions of several shorebird species and a Black Rail with electricity wires in the San Francisco Bay area (United States) were reported by Emerson (reference in APLIC 2006). In Europe, BEADNELL (1937) may have been one of the first to write about the conflict in a European context. He reckoned the problem to be only temporary since birds would get used to the overhead wires. However, the impact and scale of this type of mortality has rapidly increased and still increases, following the rapid growth of the electricity grid, especially in developing countries. The total length of transmission and distribution lines in the world already exceeded 75 million kilometres in 2015. The total length of the overhead network can be impressive at the national level, too; for example, Germany alone

has 112,500 kilometres of high-voltage transmission lines and over 1.5 million kilometres of medium-voltage distribution lines (ABS, 2010). Such extensive power line networks make it difficult, even at the national level, to understand the magnitude of the impact on birds.

Collisions can occur at all overhead power lines, although more so with high-voltage power lines than with low- or medium-voltage lines. This is because the high-voltage power lines often consist of multiple sets of vertically tiered phase conductors and a separate, thin ground wire or neutral positioned above these phase conductors. Low- to medium-voltage lines mostly have the phase conductors placed in the same horizontal plane, with the ground wire, if present, positioned slightly above them. Furthermore, high-voltage lines are generally larger constructions with tall pylons (35 metres or higher for 150 kV or more) and thus the wires cover a larger vertical area.

Bird collisions with power lines occur in every type of habitat in the African-Eurasian region, from the densely forested areas of Scandinavia, intensively cultivated areas in Western Europe, mountain ridges in the Alps to the deserts of Africa and steppes of Asia. Collisions also involve a vast range of bird species.

#### *Order of magnitude*

Within Europe, RENSEN (1977) and KOOPS (1987) calculated that 750,000 to 1,000,000 birds are killed every year in the Netherlands as a result of collisions with power lines. In Germany, HOERSCHELMANN et al. (1988) extrapolated the number of collision victims they found at a study site near the river Elbe to the national scale and came up with a figure of 30 million birds colliding with high-voltage power lines each year (excluding distribution lines). In the United States, ERICKSON et al. (2005) estimated a total annual figure of 130 million collision victims (excluding distribution lines). These figures, however, may overestimate

the true number of collision fatalities since good quantitative studies are few and far between and those that do exist have focused on areas where the collision rate was expected to be high, e.g. perpendicular to important migration routes or in areas with a high abundance of collision-prone species. Published average collision rates also vary widely, with 2.95 birds/km/year in nine areas being representative of the most typical habitats of the Iberian Peninsula, 113 birds/km/year typical for a wide range of habitats in the Netherlands and 390 birds/km/year typical for a German wetland area (data in PRINSEN et al., 2011a).

#### *Species involved and known hotspots*

Unfortunately, the intensity of research differs between regions and countries and for many species insufficient data are available to assess their susceptibility to collisions with power lines. Based on a review of more than 250 published and unpublished sources, PRINSEN et al. (2011a), focusing on migratory bird species in the African-Eurasian region, showed that almost no information is available on the topic of bird collision with power lines in large parts of Asia (including the Russian Federation), the Middle East and Africa (Figure 1). Nevertheless, the data that are available, mainly for Europe and South Africa, provide a valuable insight into the species (and species groups) that are prone to collisions, as well as those that are rarely found as collision victims. Appendix 1 presents an overview of the main species involved in the conflict between birds and power lines and gives an indication whether collision mortality may impact bird populations. In particular, colonial breeding birds (herons, spoonbill, pelicans, flamingos), wildfowl (mainly ducks), rails, cranes, bustards, waders and gulls are highly susceptible to collisions with power lines and are reported in large numbers in many collision victim studies within the African-Eurasian region (see PRINSEN et al.

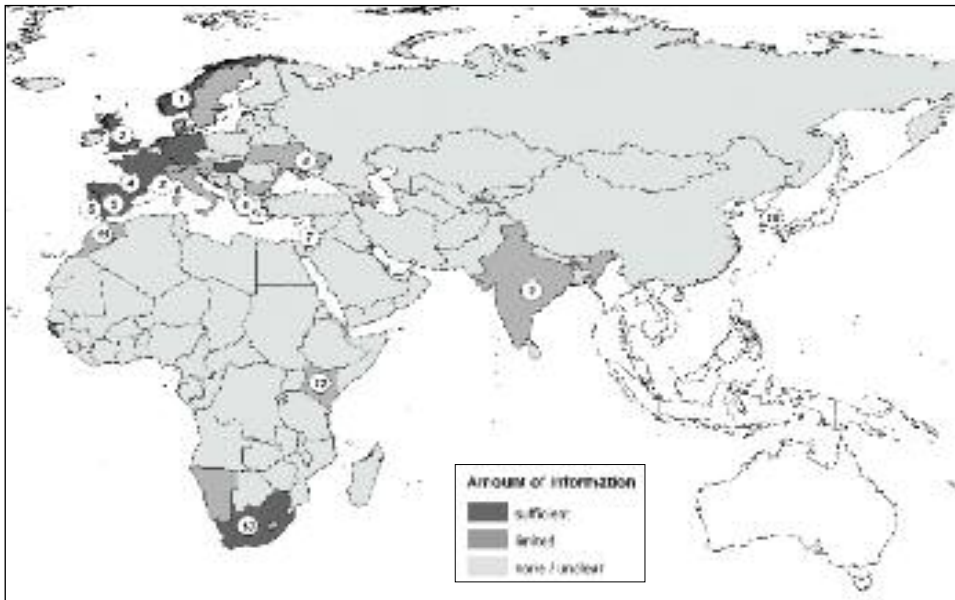
(2011a) for details per species group). Some species, however, appear to be relatively unsusceptible to collisions with power lines, especially raptors. Generally, numbers of collision victims found for corvids and small passerines are also low. In the case of small passerines, this may result from the fact that they are easily overlooked in collision victim searches and are very quickly removed by scavengers (PONCE et al., 2010).

Figure 1 presents some of the known conflict hotspots in the region and examples of the most vulnerable species involved. A more detailed breakdown for Europe, Africa and Asia can be found in PRINSEN et al. (2011a).

In Northern Europe, the number of grouse killed by collisions with overhead wires in specific areas are higher than the number of grouse killed by hunting (BEVANGER & BRØSETH, 2004). In Western

Europe, several studies mention a number of scarce species that are found relatively often as collision victims, such as Bewick's Swan, Purple Heron, spoonbills and Black-tailed Godwit (e.g. KOOPS, 1987; REES, 2006). In Southern Europe, species like flamingos, Dalmatian Pelican, Great and Little Bustard and Common Crane are regularly found as collision victims, but also, to some extent, Spanish Imperial Eagle, Bonelli's Eagle and Bearded Vulture (e.g. BAYLE, 1999; CRIVELLI et al., 1988; JANNIS & FERRER, 2000; INFANTE et al., 2005; MARGALIDA et al., 2008, MARQUES et al., 2008).

Information from Asia regarding collisions of birds with power lines is extremely scarce. In India, power lines are a major threat to Sarus Cranes (SUNDAR & CHOUDHURY, 2005; MISHRA, 2009), while in Korea, collisions with power lines are an important mortality factor for several crane species (YOO et al., 2010).



**Figure 1:** Conflict hotspots for bird collisions with overhead power lines, examples from the literature cited in PRINSEN et al. (2011a). Long-lived species with low reproductive rates, limited geographic distribution and low numbers are especially vulnerable to the effect of additional mortality due to collisions with power lines. Note that the extent of the conflict is expressed in varying terms, reflecting the wide differences in study design and effort.



In Africa, bustard and crane populations are highly threatened by mortality at power lines in Morocco (ALONSO et al., 2005) and in South Africa (SHAW et al., 2010; JENKINS et al., 2018).

### *Effects on population levels*

In several European countries, a relatively high proportion of collision victims involves endangered species of Appendix I of the Birds Directive, e.g. the Eurasian Spoonbill and Black-tailed Godwit in the Netherlands, and several bustard and eagle species in Spain and Portugal. Annual mortality of Great Bustard and Little Bustard in Portugal is equivalent to around 2% and 1% of the population, respectively, in their core distribution area. The problem is also believed to be serious in Africa. In South Africa, for example, the survival of several species on the IUCN Red List, such as Blue Crane and Ludwig's Bustard, is believed to be severely threatened due to collisions

with power lines. In India, each year approximately 1% of the local Sarus Crane population dies due to electrocution or collision. In conclusion, long-lived species with a low reproductive rate, limited geographic distribution and low numbers – such as some species of bustard, crane and raptor – are particularly vulnerable to the effect of additional mortality due to collisions with power lines.

### **Mitigation measures**

Determining when mitigation measures are required and the level of such measures is a key step in the overall management approach, and it is dependent on the severity of the risk. Insufficient mitigation measures may allow an impact to escalate to the point at which it threatens a population, whilst unnecessary mitigation efforts waste resources and undermine the credibility of the conservation approach.

Hotspot	Range State	Species (group)	Magnitude
1	Norway	Grouse spp.	>300 victims over six-year period
2	United Kingdom	Mute Swan Bewick's Swan	high numbers of victims 25% of victims with known cause of death
3	France (Camargue)	Greater Flamingo	122 victims over five-year period
4	France (Pyrenees)	Bearded Vulture	12 victims between 1979 and 2008
5	Spain/Portugal	Common Crane  Great Bustard, Little Bustard Bonelli's & Spanish Imperial Eagle	common victim in core wintering area in Extremadura 2% and 1% of population resp. in core area several victims found
6	Greece	Dalmatian Pelican	approx. 3% of local breeding population (49 victims)
7	Israel	White Pelican	20–60 victims/year
8	Ukraine	Great Bustard	33 victims reported over 10-year period in core area
9	India	Sarus Crane	1% of local population (35 victims)
10	South Korea	Red-crowned & White-naped Crane	after poisoning, most important cause of additional mortality
11	Morocco	Great Bustard	23.3% of total mortality
12	Kenya	a.o. Secretary Bird, White Stork, Lesser Flamingo	risk assessment, no collision searches
13	South Africa	Blue Crane  Ludwig's Bustard	5–23% of Overberg population killed annually 11–15% of total population killed annually

Where to mitigate depends on the information available on previous fatalities and all related factors, which can be used to predict where fatalities could occur in the future (both for new and existing power lines) or to pinpoint known conflict hotspots with a view to reducing future impacts at those sites. For such an approach a zoning map depicting sensitive areas for collision risk is helpful to prioritize areas and the type or types of mitigation measure. For example, in 2003 the Czech Republic was divided into three conflict zones based on the prevailing bird density and density of power lines and appropriate actions were undertaken to minimise the impact of power lines on birds (SCHÜRENBERG et al., 2010). The final decision on the routing of new power lines should also at least be based on all available and actual ornithological knowledge.

The main measures for preventing collisions are: route planning, underground cabling, the removal of ground/earth wires, and line modification. PRINSEN et al. (2011b) published a guideline document presenting appropriate actions, both legislative as well as technical, that summarises the state-of-the-art mitigation/avoidance measures and offers suggestions for methods of evaluating and monitoring. The following sections briefly describe the most important findings. Detailed technical instructions on the development of mitigation measures can be found in, for example, APLIC (2006) and HAAS et al. (2005).

#### *Routing of new power lines*

Once it has been determined that a new overhead power line is necessary, the best mitigation option is to ensure that it is routed away from areas that are home to or attract bird species that are known to be susceptible to collision. Information on important bird areas and on the national power line network can be combined to create a basic national ‘potential conflict hotspot map’. In certain cases, it may also be possible to route a new power line ad-

acent to an existing, taller power line with a safe configuration, partially mitigating collisions because birds will better see the combined obstruction and more likely be able to safely traverse a second nearby line if this is at the same height or lower than the existing line.

#### *Underground cabling*

Underground cabling is the best solution to eliminate collisions, but owing to technical and financial challenges, fitting overhead cables with devices known as “bird flight diverters” or “wire markers” in order to make them more visible to birds in flight has become the preferred mitigation option worldwide. In Hungary, for example, laying cables underground was estimated to be 20 times more expensive (approximately US\$ 54,000/km) than using wire markers (ANTAL, 2010).

#### *Removing ground/earth wires*

Birds are believed to collide most often with the ground or earth wire (the thinnest wire at the top of the power line structure). Removing this wire or designing power lines from the outset without this wire is therefore a potential collision mitigation measure (BROWN et al., 1987; BEVANGER & BRØSETH, 2001). This has been shown to be effective at protecting birds as varied in size and biology as cranes and grouse. However, since these wires are used to protect the infrastructure from lightning strikes, this is unlikely to be a widely used measure unless a viable alternative for lightning protection is developed.

#### *Line modification*

The modification of power lines can take several forms. These can be broadly divided into measures that:

- 1) make power lines present less of an ‘obstacle’ for birds to collide with;
- 2) keep birds away from the power line (although habituation to bird-scaring devices poses a challenge); and
- 3) make the power line more visible.

Although different bird species fly at different heights above the ground, there is a general consensus that the lower power line cables are, that is, the closer they are to the ground, the better they are for preventing bird collision. There is also consensus that less vertical separation of cables is preferable as it poses less of an ‘obstacle’ for birds to collide with. Horizontal separation of conductors is therefore preferred (Figure 2).

#### *Wire marking*

Since the assumption is that birds collide with overhead cables because they cannot see them, fitting the cables with devices to make them more visible to birds in flight has become the preferred mitigation option worldwide. Besides thickening, coating or colouring the often least visible, thin ground wires, a wide range of potential line marking devices has evolved over the years. Generally, three types of wire marker are used: static vibration dampers with differently sized coils (known as “pig tails”), swinging plates with or without reflective strips (Figure 3) or the flapper-type markers with moving

rods, such as those developed by Amprion in Germany. There is a large amount of literature available on the efficiency of such wire marking devices in mitigating collision mortality; some examples from the African-Eurasian flyways are presented in PRINSEN et al. (2011a).

Although there is generally a lack of evaluative research into the effectiveness of these devices at the international level, the evidence available to date suggests generally positive results (JENKINS et al., 2010; BARRIENTOS et al., 2011). JENKINS et al. (2010) conclude that, barring some notable exceptions, “any sufficiently large form of marker (which thickens the appearance of the line at that point by at least 20 cm, over a length of at least 10–0 cm), placed with sufficient regularity (at least every 5–10 m) on either the ground wires (preferably) or the conductors, is likely to lower general collision rates by 50–80%”. BARRIENTOS et al. (2011), reviewing 21 wire-marking studies, similarly concluded that wire marking reduces bird mortality by 55–94%. Furthermore, comparisons of two different marking devices under the same conditions (JANSS



**Figure 2:** A 380-kV line with lowered conductor wires hanging from portals in a single horizontal plane to minimise the collision risk for Great Cormorant, Eurasian Spoonbill and Purple Heron that traverse this stretch of line every day while commuting between their breeding colony and foraging areas (Muiden, the Netherlands).

& FERRER, 1998; BROWN & DREWIEN, 1995; CROWDER & RHODES, 2001; ANDERSON, 2002) revealed that only thin plastic strips (JANSS & FERRER, 1998) were not as effective as the alternatives. Apart from this, differences in effectiveness between a wide range of devices were negligible.

Notwithstanding the previous conclusions, there is clearly room for improvement in the efficacy of line marking devices, especially for nocturnally active bird species. MARTIN & SHAW (2010) and MARTIN (2011) conducted the first known research into avian fields of vision with respect to power line collision. Based on their findings, future development of

wire marking devices should consider the following points (in addition to the aforementioned technical features):

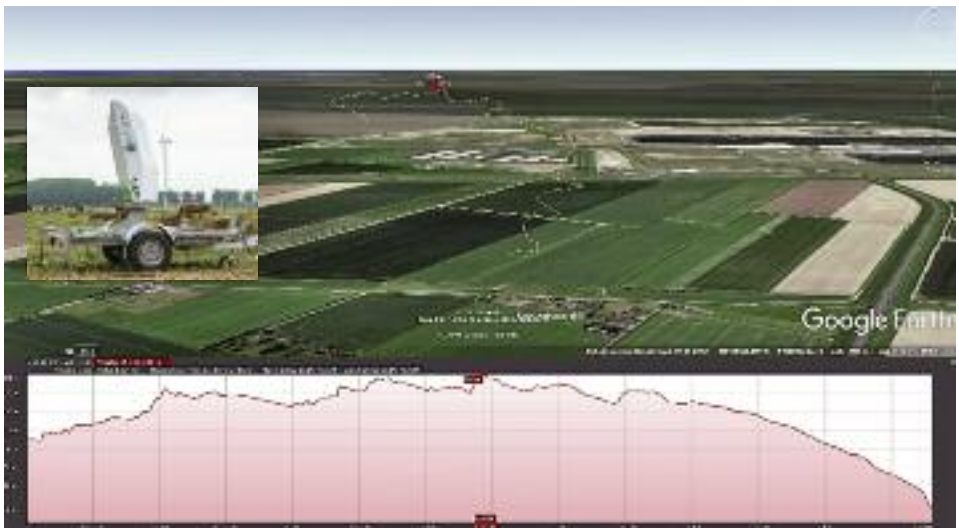
- line markers should incorporate as much contrast with relevant backgrounds as possible;
- colour is probably less important than contrast;
- movement of the device is likely to be important;
- markers that protrude vertically both above and below the cable are likely to be important;
- since we suspect that many collisions may occur at night, devices that are nocturnally visible (through illumina-



**Figure 3:** A selection of line marking devices (not exclusive) that are placed at regular intervals on conductor and/or ground wires to make these lines more visible to birds in flight. Each photo shows a pen approx. 14 cm long to provide scale (Photo: EWT-WEP, taken from PRINSEN et al., 2011a).



**Figure 4:** High-voltage (150 kV) power line in the Netherlands, with bird flappers (see inset) placed at regular intervals along both ground wires as bird flight diverters.



**Figure 5:** Example of a flight trajectory and height profile of a gull as measured with full 3D bird radar (see inset) in Eemshaven, the Netherlands, and projected in Google Earth. The bird was picked up inland by the radar at around 3 km from the radar and followed to its feeding grounds at a mudflat in the Wadden Sea. With data collected at every second during its flight, a continuous height profile with high spatial resolution could be compiled in order to study the passage of this gull through a large wind farm at this location.

tion, phosphorescence, ultraviolet radiation and other means) would be advantageous, although what is known about birds being attracted to illuminated objects should still be borne in mind.

The black-and-white “bird flappers” developed by German transmission system operator (TSO) Amprion tick most of these boxes, being large and high-contrast, with strips that move individually in the wind resulting in a flashing effect that likely makes them highly visible to approaching birds in twilight conditions or even darkness. Recently, the white strips have been coated to make them luminescent in the dark. In a study conducted in the Netherlands, HARTMAN et al. (2010) found a significant reduction of around 80% in nocturnal collisions of ducks (Mallard and Wigeon) along a four-kilometre-long stretch of 150-kV power line through bird-rich grassland polders fitted with these bird flappers (Figure 4). However, for coot, of which many tens of collision victims were found, believed to have collided at night, the reduction in collision victims was negligible. It is highly possible that this species collided with the unmarked, lower-hanging phase conductors, because the species tends to fly low when commuting between daytime roosts at the water and adjacent grasslands. Species that collided during the day (e.g. gulls, waders, pigeons) showed a statistically significant reduction of 67%, but the number of victims per species was too low to calculate species-specific reductions.

### Further research

So far, many of the studies on the topic of bird/power line interactions have an anecdotal character, often only describing what has been found under stretches of power line. This is due to the poor configuration of the studies in terms of temporal and spatial effort, the lack of con-

trols to counterbalance biases, the focus on large conspicuous species, etc. It is highly recommended that evaluation and monitoring programmes, study designs and protocols are internationally standardised to overcome the significant differences in the methodologies currently in use. PRINSEN et al. (2011b) have presented an initial step towards a standardised research protocol for more systematic approaches to collision victim searches and monitoring of wire marker efficiency, including searcher efficiency and scavenger removal experiments. This will provide a better insight into the actual number of birds killed, the species involved and the possible effect of mitigation measures taken, and will produce more rigorous and unbiased data with which to facilitate confident decision making.

There is a fairly good understanding of which vulnerable species are affected, because this has been the focus of most studies, but the demographic impact on the bird populations involved is less well understood. Furthermore, the significance of the problem for more common species, such as many species of wildfowl, rails, and waders, is rarely documented. Finally, few collision mitigation measures have been proven to be successful in minimising nocturnal collisions and further developments in this area are needed. To understand which types of wire marker and their configuration mitigate best for which species, more long-term and in-depth studies are needed that compare the efficacy of different types of mitigation under similar circumstances, in a range of habitats, and involving different species groups.

Due to the sheer scope of the issue, it is impossible to study and/or mitigate the impact on birds along the entire length of the power line network in a region, let alone nationwide. Therefore, a strategy is required that prioritizes, maybe through developing national zoning maps, potentially problematic sections of power lines using priority lists

of key conservation areas and species. It is important that high-quality information on the presence of susceptible bird species and their movements are incorporated into this process and that standard protocols and research methods are created that allow comparison and extrapolation of results.

Monitoring of live bird movement is, however, conducted even less commonly than searches for dead birds are. Without estimates of how many birds actually traversed the power line when in flight, the collision rates calculated through dead-bird searches are less meaningful. Direct observation of live bird movement is, however, extremely time consuming. Remote techniques, such as radar and/or automatic camera detection systems, can be used to obtain data with less need for human resources (e.g. KRIJGSVELD et al., 2009; GYIMESI et al., 2010; HARTMAN et al., 2010). The recent development by a Dutch company of full 3D, dedicated bird radar is promising. With this innovative bird radar, it is possible to measure bird behaviour near a power line 24 hours a day, 7 days a week – including line avoidance behaviours by birds, their flight height profiles (Figure 5), and spatial and temporal density patterns – and at high spatial and temporal resolutions. This information on the dynamics of bird movements and bird behaviour can be linked to collision mortality data collected at the same time below the power line in order to arrive at species-specific collision rates.

Finally, a central, national communication medium, such as a public website, would be most helpful for the dissemination of successful mitigation measures, training and research information relating to the study and monitoring of bird/power line interactions. The website could provide all relevant stakeholders access to all useful data on the topic, including current, comprehensive and easily accessible information and downloadable guidance documents and literature overviews,

and also direct them to a network of research experts. All this should lead to a greater focus of efforts in order to prevent future replication of problems with vulnerable bird species at collision hot-spots.

## Bibliography

- ABS (2010): Global transmission and distribution report 2010. ABS Energy Research, London.
- ALONSO, J. C., C. PALACIN, C. A. MARTIN, N. MUATI, Z. L. ARHZAF & D. AZIZI (2005): The Great Bustard *Otis tarda* in Morocco: a re-evaluation of its status based on recent survey results. *Ardeola* **52**: 79 – 90.
- ANDERSON, M. D. (2002): Karoo Large Terrestrial Bird Powerline Project, Report No. 1. Unpublished report to Eskom.
- ANTAL, M. (2010): Policy measures to address bird interactions with power lines – a comparative case study of four countries. *Ostrich* **81(3)**: 217 – 223.
- APLIC (Avian Power Line Interaction Committee) (2006): Suggested practices for avian protection on power lines: The state of the art in 2006. Edison Electric Institute, Washington, D.C.
- BARRIENTOS, R., J. C. ALONSO, C. PONCE & C. PALACIN (2011): Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conservation Biology* **25(5)**: 893 – 903.
- BAYLE, P. (1999): Preventing birds of prey problems at transmission lines in Western Europe. *Journal of Raptor Research* **33**: 43 – 48.
- BEADNELL, C. M. (1937): The toll of animal life exacted by modern civilisation. *Proceedings of the Zoological Society of London, serie A107(II)*: 173 – 182.

- BEVANGER, K. (1998): Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation* **86**(1): 67 – 76.
- BEVANGER, K. & H. BRØSETH (2001): Bird collisions with power lines – an experiment with ptarmigan (*Lagopus* spp.). *Biological Conservation* **99**(3): 341 – 346.
- BEVANGER, K. & H. BRØSETH (2004): Impact of power lines on bird mortality in a subalpine area. *Biodiversity and Conservation* **27**: 67 – 77.
- BROWN, W. M. & R. C. DREWEN (1995): Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife Society Bulletin* **23**: 217 – 227.
- BROWN, W. M., R. C. DREWEN & E. G. BIZEAU (1987): Mortality of cranes and waterfowl from powerline collisions in the San Luis Valley, Colorado. In: Lewis, J. C. (ed.). *Proceedings of the crane workshop, 1985. Platte River Whooping Crane Maintenance Trust, Grand Island. Pp 128 – 136.*
- CRIVELLI, A. J., H. JERRETRUP & T. MITCHEV (1988): Electric power lines: a cause of mortality in *Pelecanus crispus* Bruch, a world endangered species. *Colonial Waterbirds* **11**: 301 – 305.
- CROWDER, M. R. & O. E. RHODES (2001): Avian collisions with power lines: A review. In: *Proceedings of a workshop on avian interactions with utility and communications structures. EPRI Technical Report No. 1006907. EPRI, Charleston. Pp 139 – 167.*
- ERICKSON, W. P., G. D. JOHNSON & D. P. YOUNG JR (2005): A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. *USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191.*
- FAANES, C. A. (1987): Bird behavior and mortality in relation to power lines in prairie habitats. United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Fish and Wildlife Technical Report 7. Washington, D.C.
- GYMESI, A., R. R. SMITS & H. A. M. PRINSEN (2010): Radar study of diurnal and nocturnal bird migration in Calabria, Southern Italy. Monitoring bird passages over a planned 380 kV power line location in Spring 2010. Report 10-110, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- HAAS, D., M. NIPKOW, G. FIEDLER, R. SCHNEIDER, W. HAAS & B. SCHÜRENBURG (2005): Protecting birds from powerlines. *Nature and Environment*, No. 140. Council of Europe Publishing, Strassbourg.
- HARTMAN, J. C., A. GYMESI & H. A. M. PRINSEN (2010): Are bird flaps effective wire markers in a high-tension power line? – Field study of collision victims and flight movements at a marked 150 kV power line (in Dutch). Report 10-082, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- HOERSCHELMANN, H, A. HAACK & F. WOHLGEMUTH (1988): Bird casualties and bird behaviour at a 380-kV-power line (in German with English summary). *Ökologie der Vögel* **10**: 85 – 103.
- INFANTE, S., J. NEVES, J. MINISTRO & R. BRANDAO (2005): Impact of distribution and transmission power lines on birds in Portugal (in Portuguese). Quercus, ICN and SPEA, Castelo Branco. Unpublished report.
- JANSS, G. F. E. (2000): Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation* **95**(3): 353 – 359.
- JANSS, G. F. E. & M. FERRER (1998): Rate of bird collision with power lines: effects of conductor-marking and static wire-marking. *Journal of Field Ornithology* **69**(1): 8 – 17.



- JANSS, G. F. E. & M. FERRER (2000): Common Crane and Great Bustard collision with power lines: collision rate and risk exposure. *Wildlife Society Bulletin* **28**: 675 – 680.
- JENKINS, A. R., J. J. SMALLIE & M. DIAMOND (2010): Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International* **20**: 263 – 278.
- JENKINS, A. R., J. M. SHAW, J. J. SMALLIE, B. GIBBONS, R. VISAGIE & P. G. RYAN (2018): Estimating the impacts of power line collisions on Ludwig's Bustards *Neotis ludwigii*. *Bird Conservation International* **21**: 303 – 310.
- KOOPS, F. B. (1987): Collision victims in the Netherlands and the effects of marking (in Dutch). Vereniging van directeuren van electriciteitsbedrijven in Nederland, Arnhem.
- KRIGSVELD, K. L., K. AKERSHOEK, F. SCHENK, F. DIJK & S. DIRKSEN (2009): Collision risk of birds with modern large wind turbines. *Ardea* **97(3)**: 357 – 366.
- MARGALIDA, A., R. M. HEREDIAS, M. RAZIN & M. HERNANDEZ (2008): Sources of variation in mortality of the Bearded Vulture *Gypaetus barbatus* in Europe. *Bird Conservation International* **18**: 1 – 10.
- MARQUES, A. T., P. ROCHA & J. P. SILVA (2008): Evaluation of the conflicts between power lines and the Great and Little Bustards in Castro Verde Special Protection Area (in Portuguese). Unpublished Report. ICNB, Lisboa.
- MARTIN, G. R. (2011): Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* **153**: 239 – 254.
- MARTIN, G. R. & J. M. SHAW (2010): Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead? *Biological Conservation* **143**: 2965 – 2702.
- MATHIASSEN, S. (1993): Mute Swans, *Cygnus olor*, killed from collision with electrical wires, a study of two situations in Sweden. *Environmental Pollution* **80**: 239 – 246.
- MISHRA, A. K. (2009): Nature Watch; Sarus Crane: On its Way to Extinction. *Resonance* **14(12)**: 1206 – 1209.
- PONCE, C., J. C. ALONSO, G. ARGANDONA, A. GARCIA FERNANDEZ & M. CARRASCO (2010): Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation* **13**: 603 – 612.
- PRINSEN, H. A. M., G. C. BOERE, N. PIRES & J. J. SMALLIE (Compilers) (2011a): Review of the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region. CMS Technical Series No. XX, AWEA Technical Series No. XX. Bonn, Germany.
- PRINSEN, H. A. M., J. J. SMALLIE, G. C. BOERE & N. PIRES (2011b): Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the African-Eurasian region. AWEA Conservation Guidelines No. 14, CMS Technical Series No. 29, AWEA Technical Series No. 50, CMS Raptors MOU Technical Series No. 3, Bonn, Germany.
- REES, E. (2006): Bewick's Swan. T & AD Pyser, London.
- RENSSEN, T. A. (1977): Birds under high-tension (in Dutch). Stichting Natuur en Milieu i.s.m. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- SCHÜRENBERG, B., R. SCHNEIDER & H. JERRENTROP (2010): Implementation of recommendation No. 110/2004 on minimising adverse effects of above ground electricity transmission facilities (power lines) on birds. Report by the NGOs to the 30th meeting of the Standing Committee of the Bern Convention, Strassbourg. T-PVS/Files (2010) 21. Council of Europe.

- SHAW, J. M., A. R. JENKINS, J. J. SMALLIE  
& P. G. RYAN (2010): Modelling  
power-line collision risk for the Blue  
Crane *Anthropoides paradiseus* in  
South Africa. *Ibis* **152**: 590 – 599.
- SUNDAR, K. S. G. & B. C. CHOUDHURY  
(2005): Mortality of Sarus Cranes  
(*Grus antigone*) due to electricity  
wires in Uttar Pradesh, India.  
*Environmental Conservation* **32(3)**:  
260 – 269.
- YOO, S. H., K. S. LEE & C. H. PARK  
(2010): Accident cases and causes of  
electric line collision of cranes at  
Cheorwon, Korea. *Korean Journal  
of Ornithology* **17(4)**: 331 – 343.

HEIN PRINSEN  
Bureau Waardenburg Ecological Consultancy,  
Varkensmarkt 9,  
4101 CK Culemborg,  
Netherlands,  
Contact: h.prinsen@buwa.nl

## Appendix 1 Impact on species in the African-Eurasian region

Severity of impacts on bird species of mortality due to collision with power lines for a selection of migratory bird species in the African-Eurasian region for which impacts have been found in the literature, adapted from PRINSEN et al. (2011a).

I = casualties reported, but no apparent threat to the bird population.

II = regionally or locally high number of casualties, but with no significant impact on the overall species population.

III = casualties are a major mortality factor; threatening a species with extinction, regionally or at a larger scale.

Species		Casualties due to collision
<i>Pelecanus onocrotalus</i>	White Pelican	II – III
<i>Pelecanus crispus</i>	Dalmatian Pelican	II – III
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Great Cormorant	I – II
<i>Bubulcus ibis</i>	Cattle Egret	II
<i>Ardea cinerea</i>	Grey Heron	II
<i>Ardea purpurea</i>	Purple Heron	II
<i>Ciconia ciconia</i>	White Stork	II
<i>Ciconia nigra</i>	Black Stork	II
<i>Leptoptilos crumeniferus</i>	Marabou Stork	II – III
<i>Platalea leucorodia</i>	Eurasian Spoonbill	II
<i>Phoenicopterus roseus</i>	Greater Flamingo	II – III
<i>Phoenicopterus minor</i>	Lesser Flamingo	II – III
<i>Cygnus olor</i>	Mute Swan	II
<i>Cygnus cygnus</i>	Whooper Swan	II
<i>Cygnus colombianus</i>	Bewick's Swan	II
<i>Anser fabalis</i>	Bean Goose	I – II
<i>Anser brachyrhynchus</i>	Pink-footed Goose	I – II
<i>Anser albifrons</i>	Greater White-fronted Goose	I – II
<i>Anser anser</i>	Greylag Goose	I – II
<i>Branta bernicla</i>	Brent Goose	I – II
<i>Branta leucopsis</i>	Barnacle Goose	I – II
<i>Alopochen aegyptiacus</i>	Egyptian Goose	I – II
<i>Anas querquedula</i>	Garganey	II
<i>Anas clypeata</i>	Northern Shoveler	II
<i>Anas penelope</i>	Eurasian Wigeon	II
<i>Anas platyrhynchos</i>	Mallard	II
<i>Pandion haliaetus</i>	Osprey	I – II
<i>Aegypius monachus</i>	Eurasian Black Vulture	I – II
<i>Torgos tracheliotos</i>	Lappet-faced Vulture	I – II
<i>Trigonoceps occipitalis</i>	White-headed Vulture	I – II

Species		Casualties due to collision
<i>Gyps fulvus</i>	Griffon Vulture	I – II
<i>Gyps rueppellii</i>	Rüppell's Vulture	I – II
<i>Gyps africanus</i>	White-backed Vulture	I – II
<i>Gyps coprotheres</i>	Cape Vulture	I – II
<i>Neophron percnopterus</i>	Egyptian Vulture	I – II
<i>Gypaetus barbatus</i>	Bearded Vulture	I – II
<i>Buteo buteo</i>	Common Buzzard	I – II
<i>Buteo rufinus</i>	Long-legged Buzzard	I – II
<i>Buteo hemilasius</i>	Upland Buzzard	I – II
<i>Buteo rufofuscus</i>	Jackal Buzzard	I – II
<i>Buteo augur</i>	Augur Buzzard	I – II
<i>Polemaetus bellicosus</i>	Martial Eagle	I – II
<i>Aquila fasciata</i>	Bonelli's Eagle	I – II
<i>Aquila pennata</i>	Booted Eagle	I – II
<i>Aquila chrysaetos</i>	Golden Eagle	I – II
<i>Aquila heliaca</i>	Imperial Eagle	I – II
<i>Aquila adalberti</i>	Spanish Imperial Eagle	I – II
<i>Aquila nipalensis</i>	Steppe Eagle	I – II
<i>Aquila rapax</i>	Tawny Eagle	I – II
<i>Aquila clanga</i>	Greater Spotted Eagle	I – II
<i>Aquila verreauxii</i>	Verreaux's Eagle	I – II
<i>Circus pygargus</i>	Montagu's Harrier	I – II
<i>Circus cyaneus</i>	Hen Harrier	I – II
<i>Circus aeruginosus</i>	Marsh Harrier	I – II
<i>Milvus milvus</i>	Red Kite	I – II
<i>Milvus migrans</i>	Black Kite	I – II
<i>Accipiter gentilis</i>	Northern Goshawk	I – II
<i>Accipiter nisus</i>	Eurasian Sparrowhawk	I – II
<i>Circaetus gallicus</i>	Short-toed Eagle	I – II
<i>Haliaeetus vocifer</i>	African Fish Eagle	I – II
<i>Haliaeetus albicilla</i>	White-tailed Eagle	I – II
<i>Falco tinnunculus</i>	Common Kestrel	I – II
<i>Falco rupicoloides</i>	Greater Kestrel	I – II
<i>Falco naumanni</i>	Lesser Kestrel	I – II
<i>Falco vespertinus</i>	Red-footed Falcon	I – II
<i>Falco columbarius</i>	Merlin	I – II
<i>Falco subbuteo</i>	Hobby	I – II
<i>Falco biarmicus</i>	Lanner Falcon	I – II
<i>Falco cherrug</i>	Saker Falcon	I – II

Species		Casualties due to collision
<i>Falco rusticolus</i>	Gyrfalcon	I – II
<i>Falco peregrinus</i>	Peregrine Falcon	I – II
<i>Coturnix coturnix</i>	Quail	II – III
<i>Rallus aquaticus</i>	Water Rail	II
<i>Crex crex</i>	Corncrake	II
<i>Gallinula chloropus</i>	Common Moorhen	II
<i>Fulica atra</i>	Common Coot	II
<i>Balearica regulorum</i>	Grey Crowned Crane	III
<i>Grus grus</i>	Common Crane	III
<i>Grus canadensis</i>	Sandhill Crane	III
<i>Grus antigone</i>	Sarus Crane	III
<i>Grus vipio</i>	White-naped Crane	III
<i>Grus japonensis</i>	Red-crowned Crane	III
<i>Anthropoides paradisea</i>	Blue Crane	III
<i>Otis tarda</i>	Great Bustard	III
<i>Tetrax tetrax</i>	Little Bustard	III
<i>Neotis denhami</i>	Denham's Bustard	III
<i>Neotis ludwigii</i>	Ludwig's Bustard	III
<i>Haematopus ostralegus</i>	Oystercatcher	II
<i>Vanellus vanellus</i>	Lapwing	II – III
<i>Pluvialis apricaria</i>	Golden Plover	II
<i>Numenius phaeopus</i>	Whimbrel	II
<i>Numenius arquata</i>	Eurasian Curlew	II – III
<i>Limosa limosa</i>	Black-tailed Godwit	II – III
<i>Scolopax rusticola</i>	Eurasian Woodcock	II
<i>Gallinago gallinago</i>	Common Snipe	II
<i>Phalaropus fulicarius</i>	Grey Phalarope	II
<i>Tringa totanus</i>	Common Redshank	II – III
<i>Philomachus pugnax</i>	Ruff	II
<i>Larus marinus</i>	Great Black-backed Gull	II
<i>Larus argentatus</i>	Herring Gull	II
<i>Larus ridibundus</i>	Black-headed Gull	II
<i>Chlidonias niger</i>	Black Tern	I – II
<i>Sterna hirundo</i>	Common Tern	I – II
<i>Streptopelia turtur</i>	Turtle Dove	II
<i>Strix uralensis</i>	Ural Owl	II
<i>Asio otus</i>	Long-eared Owl	I – II
<i>Coracias garrulus</i>	European Roller	I – II

## Erfolge im LIFE-Projekt „Großtrappenschutz“ durch die Reduktion von Kollisionen an Stromleitungen

VON RAINER RAAB, PÉTER SPAKOVSKY, JOCHEN STEINDL & MANUEL WOJTA,  
Technisches Büro für Biologie Mag. Dr. Rainer Raab (Österreich)

*Keywords: Großtrappe, LIFE-Projekt, Monitoring, Totfunde, Leitungskollision, Stromleitungen, Kollisionsrate, Mortalitätsrate, Habitatverlust, Erdverkabelung Mittelspannungsleitungen, Markierung Hochspannungsleitungen, Vogelwarnkugeln, -tafeln, -fahnen, Senkung Kollisions-, Mortalitätsrate*

*Great Bustard, LIFE project, monitoring, mortal remains, line collision, power lines, collision rate, mortality rate, habitat loss, underground cabling, medium voltage lines, marking power lines, bird warning bullets, -boards, -flags, reduction collision-, mortality-rate*

*Zusammenfassung: Im Rahmen von LIFE- und LIFE+ Projekten konnten erfolgreich Maßnahmen umgesetzt werden, die zu einem deutlichen Bestands-Anstieg der pannonischen Population der Großtrappe (*Otis tarda*) führten. Die positive Bestandsentwicklung wurde durch Lebensraum verbessernde Maßnahmen erreicht. Neben der Anlage von störungsarmen und nahrungsreichen Trappenschutzflächen war vor allem die Reduzierung der Verluste von Großtrappen infolge von Kollisionen mit Freileitungen in den Trappengebieten maßgeblich für den Erfolg des Schutzprogramms. Anhand eines Totfund-Monitorings auf einer Fläche von 100.000 ha kann gezeigt werden, dass nach Erdverkabelung der Mittelspannungsleitungen und Markierung der Hochspannungsleitungen mit Vogelwarnkugeln, -tafeln und -fahnen, Leitungskollisionen als die bisherige Haupttodesursache durch Schaffung leitungsfreier Gebiete vermeidbar und durch Vogelschutzmarkierungen deutlich reduzierbar sind. Neben einer detaillierten Beschreibung der Schutzmaßnahmen und Erfolgskontrollen enthält die Arbeit auch eine kurze Übersicht zu den Ursachen und Auswirkungen von Leitungskollisionen auf Vogelarten und -populationen.*

*Abstract: LIFE and LIFE+ projects have successfully implemented measures that have led to a significant increase in the population of the Great Bustard (*Otis tarda*) in the West Pannonia region. This positive population development was achieved by implementing habitat-improving measures. In addition to the installation of low-impact and highly nutritious bustard protection areas, the reduction in the numbers of Great Bustards lost as a result of collisions with overhead lines was decisive for the success of the protection programme. Monitoring of the number of dead birds found over an area of 100,000 ha has shown that following replacement of the medium-voltage lines with underground cabling and marking of the high-voltage power lines with bird warning balls, plates and flags, power-line collisions, as the main cause of death, can be avoided by creating line-free areas and significantly reduced by installing bird protection markers. In addition to a detailed description of the protective measures and performance reviews, the paper also provides a brief overview of the causes and effects of line collisions on bird species and populations.*

## Einleitung

Die Großtrappe (*Otis tarda*) ist eine in Österreich vorkommende, weltweit gefährdete Vogelart (Birdlife International 2017). Der Gesamtbestand umfasst ca. 44.000 bis 57.000 Individuen (PALACIN & ALONSO 2008, ALONSO & PALACIN 2010, ALONSO 2014), wovon ca. 2.500 in Mitteleuropa vorkommen. Die Zahl der in Österreich lebenden Trappen ist in den letzten Jahren aufgrund der umfangreichen Schutzbemühungen wieder von 56-58 (Brutzeit 1996; RAAB et al., 2010) auf 368-481 Individuen (Brutzeit 2017) angestiegen.

Die Hähne der Großtrappe (Abb. 1 und Abb. 2) sind gemeinsam mit den Hähnen der Riesentrappe (*Ardeotis kori*, auch Koritrappe genannt) die schwersten flugfähigen Vögel der Welt (ALONSO et al., 2009).

Von 2004 bis 2015 sind in Mitteleuropa, und zwar in Österreich, der Slowa-

kei und Ungarn, insgesamt bereits vier LIFE-Projekte zum Schutz der Großtrappe (Abb. 3) erfolgreich umgesetzt worden, wodurch die mitteleuropäische Population der Großtrappe angestiegen ist. Im Juli 2016 ist bereits das fünfte große EU-kofinanzierte LIFE-Projekt zum Schutz der Großtrappe in Mitteleuropa für den Zeitraum Juli 2016 bis Dezember 2023 bewilligt worden. Detaillierte Informationen zu allen Projekten finden sich unter [www.grosstrappe.at](http://www.grosstrappe.at). Im aktuellen LIFE-Projekt „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Mitteleuropa“ (Abb. 3) setzen erstmalig Österreich (A) und Ungarn (H) in grenzüberschreitender Zusammenarbeit Maßnahmen, um die Erhaltung dieser außergewöhnlichen Vögel sicherzustellen. Dafür werden im Besonderen Maßnahmen gesetzt, die den Lebensraum verbessern und die Gefahr einer Leitungskollision – die bislang häufigste unnatürliche Todesursache – durch das Erdverkabeln von beste-



**Abb. 1:** Stolzler Hahn der Großtrappe (*Otis tarda*) zur Balzzeit im Frühjahr (Foto: Franz Josef Kovacs).



Abb. 2: Zwei fliegende Hähne der Großtrappe (*Otis tarda*) zur Balzzeit im Frühjahr (Foto: Franz Josef Kovacs).

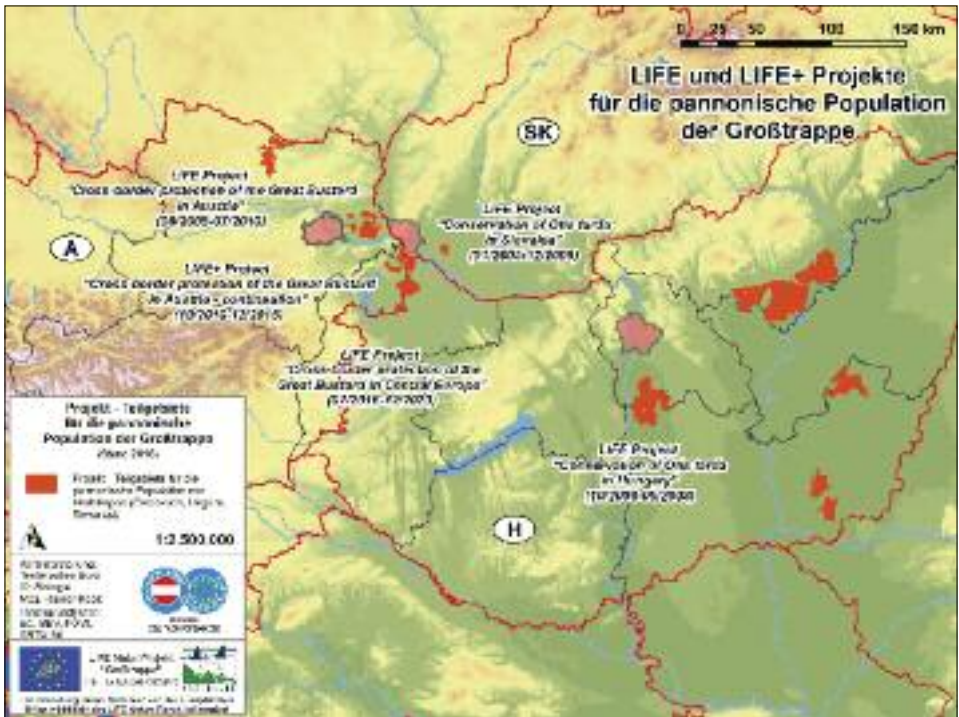


Abb. 3: LIFE- und LIFE+ Projekte für die pannonische Population der Großtrappe (in Klammer jeweils die Projektlaufzeit) sowie die Projekt - Teilgebiete in Österreich (A), Ungarn (H) und der Slowakei (SK). Das Ziel ist es, die Erfolge im LIFE-Projekt „Großtrappenschutz“ (in Wirklichkeit bisher drei verschiedene LIFE-Projekte in Österreich) durch die Reduktion von Kollisionen an Stromleitungen aufzuzeigen.



henden Mittelspannungs-Stromfreileitungen reduzieren. Damit ein Aussterben von lokalen Populationsteilen verhindert wird und die Maßnahmen möglichst effizient zum Einsatz kommen, ist ein verbesserter Informationsaustausch mit den benachbarten Ländern (Deutschland, Serbien, Slowakei, Tschechische Republik, ...) in dem Projekt vorgesehen.

## Methoden

Um die Wirksamkeit der im Rahmen der LIFE-Projekte „Großtrappe“ umgesetzten Maßnahmen (insbesondere der Erdverkabelung und der gewählten Markierungsmethoden) zu dokumentieren, kam folgende Methode für die westpannonische Population zur Anwendung (vgl. RAAB et al., 2015):

Erfassung der Trappentodfunde auf einer Gesamtuntersuchungsfläche von mehr als 100.000 ha, um die Wirkung der Markierungen zu dokumentieren und einen Unterschied der Leitungskollisionsrate zwischen markierten und unmarkierten Leitungsabschnitten aufzuzeigen. In mehreren Projektteilgebieten wurden in ausgewählten Monitoringbereichen alle Großtrappentodfunde systematisch erfasst, wobei der Monitoringbereich nicht nur die Projektteilgebiete (= tatsächliche Großtrappenlebensräume) umfasst hat, sondern jeweils das gesamte Gemeindegebiet der Projektgemeinden. Die Großtrappentodfunde wurden über den gesamten Projektzeitraum, und somit auch bereits vor dem ersten LIFE-Projekt, also von Juni 2002 bis Mai 2017 in 7 Hauptuntersuchungsgebieten (5 davon in A und 2 grenzüberschreitende in A, H bzw. SK) der westpannonischen Population der Großtrappe erfasst.

Um möglichst viele der Todesfälle feststellen zu können, ist ein Netzwerk von mehreren hundert Landwirten und Jägern angehalten, jeden Totfund von Großtrappen (unabhängig von der Ursache) sofort an Mag. Dr. Rainer Raab

weiter zu melden. Dadurch können möglichst detaillierte Informationen über Todeszeitpunkt und Todesursache erlangt werden. Die Anzahl der Totfunde unter den markierten bzw. unmarkierten Leitungsabschnitten kann zudem als Indikator für die Wirksamkeit der Markierungen dienen. In Anbetracht der großen Fläche, ist es selbstverständlich, dass nicht alle toten Trappen gefunden werden können. Aufgrund der zahlreichen involvierten Personen wird aber offenbar ein beachtlicher Teil der toten Tiere erfasst.

## Ergebnisse und Diskussion

Stromleitungen nehmen weltweit stark zu, obwohl ihr negativer Einfluss auf Vögel, namentlich durch direkte Mortalität durch Kollision und Stromschlag, die Reduktion des Bruterfolgs und der Barriere-Effekt bekannt sind. Auf der anderen Seite können einige Vogelarten auch durch die Präsenz von Stromleitungen profitieren, zum Beispiel dienen die Masten als Ansitzwarte für Jagdflüge aber auch als Nistplatz (D'AMICO et al. 2018).

Viele Vogelarten werden durch die Anwesenheit von Stromleitungen direkt oder indirekt beeinträchtigt. Neben direkten bzw. indirekten Habitatverlusten durch Stromleitungen und Veränderung räumlicher Mobilitätsmuster (BALLASUS & SOSSINKA 1997; BERNADINO et al. 2018; LANE & ALONSO, 2001; LOSS et al. 2014, 2015; OGADA et al. 2016; PALACIN et al. 2016; RAAB et al., 2011) können diese auch gefährliche und sogar tödliche Hindernisse darstellen. In den kommenden Jahren wird ein weiteres Ansteigen der Nachfrage elektrischer Energie und ein damit zusammenhängender Ausbau von Freileitungnetzwerken erwartet (AMIN & STRINGER 2008). Die globale Wachstumsrate von Stromleitungen beträgt in etwa 5% (JENKINS et al. 2010). Dieser Ausbau erfordert die Errichtung von tausenden Kilometern an neuen Freileitungen (GELLINGS 2015). Die weltweite Nutzung von Mittel-

bzw. Hochspannungsstromleitungen be-  
laufen sich auf etwa 65 Millionen Kilome-  
ter (ABS Energy Research 2008). Viele  
veröffentlichte und nicht veröffentlichte  
Studien zeigen deutlich, dass Freileitungen  
ein Kollisionsrisiko für Vögel darstellen  
(BEVANGER 1998; BEVANGER & BROSETH  
2004; BROWN & DREWEN 1995; ERICK-  
SON et al. 2005; JANS & FERRER 1998,  
2000; LOSS et al. 2012, 2015; RIOUX et al.  
2013) und Kollisionen mit Stromleitungen  
signifikante Auswirkungen auf Popula-  
tionsebene haben können (SCHAUB et al.  
2010; SCHAUB & PRADEL 2004). In den  
Vereinigten Staaten, zum Beispiel, sterben  
jährlich 175 Millionen Vögel an Kollisio-  
nen mit Stromleitungen (MANVILLE 2005),  
in Kanada geht man von einer Zahl zwi-  
schen 2,5 und 25,6 Millionen aus (RIOUX  
et al., 2013), in den Niederlanden sind es  
ungefähr 1 Million Kollisionsopfer pro  
Jahr (BARRIENTOS et al., 2011), und für  
Deutschland geht der Naturschutzbund  
von 1,5 bis 2,8 Mio. Kollisionsopfer pro  
Jahr aus (BERNSHAUSEN et al. 2017). Welt-  
weit gesehen werden Kollisionen mit  
Stromleitungen auf 1 Milliarde Todesopfer  
pro Jahr geschätzt (HUNTING 2002). Vo-  
gelsterben aufgrund von Kollisionen mit  
Stromleitungen wurde für etwa 350 Vogel-  
arten dokumentiert. Rote-Liste Arten  
sowie ökonomisch relevante Arten  
gehören zu regelmäßig aufgezeichneten  
Opfern (BEVANGER 1995, 1998; JANS &  
FERRER 2000). Für den Weißstorch *Cico-  
nia ciconia* beispielsweise zeigen Ring  
Wiederfindungsdaten, dass 25% der ju-  
venilen und 6% adulter Individuen in  
der Schweiz jährlich an Kollisionen  
oder Stromschlag an Leitungen sterben  
(SCHAUB & PRADEL 2004). SHAW (2009)  
schätzt, dass in Südafrika jährlich 30%  
der Stanleytrappe *Neotis denhami* an  
Kollisionen mit Stromleitungen sterben.  
Die hohe Kollisionsrate insbesondere bei  
Trappen wurde auch in den neuesten  
Studien in Südafrika bestätigt (SHAW et al.,  
2018).

Habitatverlust ist dabei eine Folge der  
indirekten Beeinträchtigung durch Strom-

leitungen, wie beispielsweise bei Bläss-  
(*Anser albifrons*) und Saatgänsen (*Anser  
fabalis*) gezeigt werden konnte, die Nah-  
bereiche von Stromleitungen bei der Nah-  
rungssuche meiden (BALLASUS & SOSSINKA  
1997). Auf der Suche nach geeigneten  
Habitaten tendieren auch andere Groß-  
vögel dazu, Gebiete in der Nähe von  
Stromleitungen zu meiden oder ihr Flug-  
verhalten als Reaktion auf Stromleitungen  
zu verändern (LANE et al. 2001; RAAB et al.  
2011).

Tod durch Stromschlag und Leitungs-  
kollisionen betrifft ein breites Spektrum  
an Vogelarten (BEVANGER 1998; BEVAN-  
GER & BROSETH 2004; BEVANGER & BRO-  
SETH 2001; DEMERDZHIY 2014; FROST  
2008; JANS 2000), wobei derartige Kollisio-  
nen vor allem für Vogelarten, die als  
„schlechte Flieger“ kategorisiert werden,  
ein ernsthaftes Problem darstellen (BE-  
VANGER 1998; JANS 2000). Nach der Kate-  
gorisierung nach Rayner (RAYNER 1988)  
haben „schlechte Flieger“ kleine und  
breite Flügel kombiniert mit hoher  
Flächenbelastung (z.B. Trappen, Kraniche,  
Störche, Pelikane, Wasservogel, Rau-  
fußhühner), was eine rasche Flugreaktion  
auf unerwartete Hindernisse erschwert  
(BEVANGER 1998). Daher sind zum Bei-  
spiel Trappen (ALONSO et al. 2001, 2005;  
JANS 2000; LANE et al. 2001; MARTIN  
et al. 2007; PALACIN et al., 2016; RAAB  
et al. 2012; REITER 2000) unter den häufig  
registrierten Kollisionsopfern. Zusätzlich  
zu der schlechten Manövrierfähigkeit  
großer Vögel, kommt bei einigen Arten  
auch ein eingeschränktes Sichtfeld hinzu,  
welches die Kapazität in guter Auflösung  
nach vorne zu sehen stark einschränkt  
(MARTIN & SHAW 2010). Für manche Ar-  
ten haben Leitungskollisionen auch Aus-  
wirkungen auf das Bestehen der Popula-  
tion, wie zum Beispiel die Kragentrappe  
*Chlamydotis undulata* oder die Stanley-  
trappe *Neotis denhami* (JENKINS et al.  
2011). Eine hohe Flächenbelastung der  
Flügel ist auch bei vielen „Wasservögeln“  
und „Tauchvögeln“ zu finden, weshalb  
Entenvögel (Anseriformes) ebenfalls zu

den häufigeren Kollisionsopfern zählen (BEVANGER 1998; FROST 2008).

Thermiksegler (RAYNER 1988) wie z. B. Adler, Störche oder Reiher haben große und breite Flügel und erleiden ebenfalls alarmierend hohe Mortalität durch Stromleitungen (Bevanger 1998). Obwohl in vielen Fällen unklar ist, ob bei diesen Arten Stromschlag oder Kollision der Hauptgrund für die Verluste an Stromleitungen ist (BEVANGER 1998), können sie sogar auf Populationsebene ernsthafte Konsequenzen haben. Viele dieser Arten sind relativ langlebig mit geringer Reproduktion (K-Strategen), was das Kompensieren erhöhter Mortalität erschwert (DREWITT & LANGSTON 2008). Neben morphologischen Eigenschaften der einzelnen Vogelarten kann das Kollisionsrisiko auch durch abiotische (Witterung, Tageszeit, Standort der artifiziellen Strukturen, etc.) oder biotische Faktoren (Truppgröße) beeinflusst werden (BROWN & DREWIEN 1995; EVEREART & STIENEN 2007).

Vögel kollidieren mit Stromleitungen, weil sie die Drähte zu spät erkennen und nicht mehr in der Lage sind dem Hindernis auszuweichen. Unter „normalen“ Sichtbedingungen kommt dieser Fall nur sehr selten vor, bei schlechten Sichtverhältnissen (in der Dämmerung, bei Niederschlag oder bei gleißendem Sonnenlicht) steigt das Kollisionsrisiko jedoch deutlich an (BROWN & DREWIEN 1995; EVEREART & STIENEN 2007). Ebenso sind Vögel besonders gefährdet mit einer Leitung zu kollidieren, wenn sie zu einer raschen Flucht oder Richtungsänderung gezwungen werden, beispielsweise im Fall einer Störung oder bei plötzlichem Auftauchen eines Feindes. Beobachtungen haben gezeigt, dass Vögel, die eine Leitung schon aus großer Entfernung wahrnehmen, zumeist kontinuierlich in ihrer Flugbahn ansteigen, um dann die oberste Leitung in einem zumeist relativ geringen Abstand zu überfliegen und wieder abzusinken. Vögel, die eine Leitung aber erst spät erkennen, sind gezwungen sehr steil

aufzusteigen, um sie zu überfliegen bzw. queren zwischen den Drähten oder drehen kurzfristig ab. In solchen kritischen Situationen kann es vor allem bei „schlechten Fliegern“ (siehe oben) zu Kollisionen kommen. Vögel sollten daher beim Queren einer markierten Leitung ihre Flugbahn bereits früher an die Querung anpassen und damit das Kollisionsrisiko wesentlich niedriger halten.

Das erhöhte Kollisionsrisiko bestimmter Risikoarten zu vermindern ist daher von großer Bedeutung. Eine Möglichkeit dies zu erreichen, ist die Sichtbarkeit der Stromleitungen mit Hilfe von Markierungen zu erhöhen (ALONSO et al., 1994; BARRIENTOS et al. 2011; FROST 2008; DE LA ZERDA & ROSSELLI 2003; RAAB et al., 2012; SPORER et al. 2013; YEE 2008). Auch im Rahmen der drei LIFE Projekte „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich“ (LIFE05 NAT/A/000077), „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Österreich – Fortsetzung“ (LIFE09 NAT/AT/000225) und „Grenzüberschreitender Schutz der Großtrappe in Mitteleuropa“ (LIFE15 NAT/AT/000834) konnten zwischen 2002 und 2017 u. a. durch die Markierung von Stromleitungen die Kollisionsrate und damit auch die Mortalitätsrate der westpannonischen Großtrappenpopulation deutlich gesenkt werden (z. B. RAAB et al., 2012). So wurden im Zeitraum 2005 bis 2015 in Österreich insgesamt ca. 100 km 20 kV-Stromfreileitungen, die sich in wichtigen Trappeneinstandsgebieten befanden, von den beiden Leitungsbetreibern EVN (mittlerweile Netz Niederösterreich GmbH) und BEWAG (mittlerweile Netz Burgenland GmbH) zuerst unter die Erde verlegt und anschließend die bestehenden Freileitungen abgebaut (Kosten: ca. 50.000 - 80.000 Euro/km; Abb. 4 bis Abb. 6).

Somit sind durch die beiden LIFE Projekte „Großtrappe“ in Österreich wieder größere leitungsfreie Flächen für die Großtrappe entstanden. In diesen Bereichen wurde die Gefahr der Kollision ge-

bannt. Zusätzlich wurden ca. 150 km 110 kV, 220 kV & 380 kV-Stromfreileitungen der APG, ÖBB, EVN und BEWAG durch Markierungen sichtbar für die Großtrappe, aber auch andere Vogelarten, gemacht (Kosten: ca. 10.000 - 30.000 Euro/km; Abb. 7 bis 11). Die Hochspannungsleitungen wurden mit Vogelwarnkugeln, -tafeln bzw. -fahnen markiert. Durch diese Maßnahmen und weitere umfangreiche Schutzbemühungen wie die fachgerechte Betreuung der Großtrappen und ein umfangreiches Gebietsmanagement hat sich der Bestand der Großtrappe in Österreich zur Brutzeit von 2005 (ca. 150 Individuen) bis 2015 (ca. 310 Individuen) verdoppelt. Um die Lebensbedingungen sowie die Futtergrundlage der Großtrappe in einem guten Zustand zu erhalten, war auch die gute Kooperation von Naturschutz, ansässigen Landwirten und Jägern Grundvor-

aussetzung. Rund 550 landwirtschaftliche Betriebe und mehr als 100 Jäger waren aktiv in beide LIFE Projekte eingebunden und halfen tatkräftig mit.

Nur durch die Mitarbeit der Landwirte, Jäger und regionalen Politiker gelang im Artenschutzprojekt Großtrappe die Schaffung geeigneter Brutplätze und deren Absicherung vor Störungen. Landwirte legten auf ihren Ackerflächen spezielle ÖPUL-Trappenschutzflächen an und sorgten auch falls erforderlich für die Zugänglichkeit der Nahrung im Winter. Landwirte und Jäger halfen dabei Störungen in den Trappengebieten möglichst gering zu halten und waren auch in die Erfolgskontrolle der Maßnahmen für die Großtrappe (das Monitoring) eingebunden.

Insgesamt wurden von Anfang Juni 2002 bis Ende Mai 2017 in den 7 Hauptuntersuchungsgebieten (5 davon in A und



**Abb. 4:** Erdverkabelung einer Mittelspannungsleitung der EVN (mittlerweile Netz Niederösterreich GmbH) im Projekt – Teilgebiet Westliches Weinviertel (Foto: Sylvia Raab).

2 grenzüberschreitende in A, H bzw. SK) der westpannonischen Population der Großtrappe 121 Großtrappen tot aufgefunden, die bereits flugfähig waren. Die Kollision mit Freileitungen stellte viele Jahre eine der Haupttodesursachen für die Großtrappe dar. Nach der Analyse der bekannten Totfunde von Juni 2002 bis Mai 2017 konnte festgestellt werden, dass 38 von 121 gefundenen (bereits flugfähigen) toten Großtrappen durch eine Leitungs-kollision umgekommen sind (Abb. 12). Erfreulich ist der Umstand, dass in den letzten 11 Jahren (seit Umsetzung der Maßnahmen an Leitungen im Rahmen der beiden LIFE und des LIFE+ Projektes) der Anteil an Kollisionsopfern an Stromleitungen deutlich zurückgegangen ist. Für den Zeitraum 2002 bis 2010 konnte eine Signifikanz der Wirksamkeit der Maßnahmen belegt werden (RAAB et al. 2012), die

sich auch für den hier dargestellten Zeitraum Juni 2002 bis Ende Mai 2017 feststellen ließ.

Kollision mit Strom-Freileitungen ist eine Gefährdung, die vor allem immature aber auch adulte Großtrappen betrifft (RAAB et al. 2012). Großtrappen gehören mit einem Gewicht der Männchen von zu meist 8 bis 16 kg zu den schwersten flugfähigen Vögeln der Erde (ALONSO et al. 2009). Sie sind kraftvolle und ausdauernde Flieger, die sich trotz ihres beachtlichen Gewichtes sogar ohne Anlauf mit kräftigen Flügelschlägen in die Luft erheben können. Obwohl sich Großtrappen in offenen, unzerschnittenen Lebensräumen gerne zu Fuß fortbewegen, fliegen sie innerhalb ihrer großflächigen Einstandsgebiete fast täglich mehrere Kilometer umher. Als ausgezeichnete Flieger können sie selbst große Strecken von mehr als 300 km



**Abb. 5:** Erdverkabelung einer Mittelspannungsleitung der EVN (mittlerweile Netz Niederösterreich GmbH) im Projekt – Teilgebiet Westliches Weinviertel (Foto: Sylvia Raab).

am Tag (Watzke 2007) überwinden. Da ihre Wendigkeit jedoch unter ihrem großen Körpergewicht und der großen Spannweite leidet, finden durch die zahlreichen Strom-Freileitungen in manchen Einstandsgebieten selbst sowie in deren Umgebung und auf den Flugstrecken zwischen den unterschiedlichen Einstandsgebieten Kollisionen statt.

Im Projekt-Teilgebiet „Westliches Weinviertel“ kommen drei Freileitungstypen unterschiedlicher Betreiberfirmen vor:

- 20 kV Leitungen der EVN
- 110 kV Leitungen der EVN und ÖBB und
- 380 kV Leitungen der APG

Die Kollisionen sind seit Beginn des Leitungsbaues national wie international als Bedrohung für Großstrappen bekannt. Im internationalen Aktionsplan für Otis tarda ist das Thema unter Verbesserungen

der Habitatbedingungen (Pkt. 2.2.3) beschrieben und mit hoher Priorität versehen. Im Aktionsplan des Memorandum of Understanding zum Schutz und Management der mitteleuropäischen Population der Großtrappe ist die Verhinderung von Kollisionen mit Stromleitungen im Punkt 2.3.2 mit dem folgenden Absatz angeführt: „Existing lines which cross Great Bustard areas should be buried or marked prominently. New lines should not be built across Great Bustard areas.“ Auch im nationalen Aktionsplan „Schutz für die Großtrappe in Österreich“ ist die Erdverkabelung und Entschärfung von Stromleitungen durch Markierung in Abstimmung mit dem Betreiber unter „Sicherung des Lebensraumes“ (Pkt. 2.1.3) als „unverzüglich durchzuführen“ angeführt.

Obwohl das hohe Kollisionsrisiko von Großstrappen an Stromleitungen in



**Abb. 6:** Erdverkabelung und anschließender Abbau einer Mittelspannungsleitung der EVN (mittlerweile Netz Niederösterreich GmbH) im Projekt – Teilgebiet Westliches Weinviertel (Foto: EVN).

Österreich seit längerem bekannt ist, gibt es keine gesetzliche Verpflichtung der Energieversorgungsunternehmen bzw. der Bundesbahnen, ihre bestehenden und bewilligten Leitungen in die Erde zu verlegen. Zu bedenken ist dabei, dass alle betroffenen Leitungen vor Österreichs EU-Beitritt im Jahr 1995 bewilligt worden sind, zum Großteil schon viele Jahrzehnte davor. Maßnahmen an den bestehenden Leitungen sind daher nur in Absprache und mit Zustimmung der Betreiber möglich.

Im Rahmen des ersten österreichischen LIFE Projektes „Großtrappe“ sind im Projekt-Teilgebiet „Westliches Weinviertel“ im Projektzeitraum August 2005 bis Juni 2010 alle geplanten Maßnahmen zur Verhinderung (Erdverkabelung von 20 kV Freileitungen) bzw. Verringerung (Markierung von Hochspannungsleitun-

gen) der Kollisionen von Großtrappen mit Freileitungen durchgeführt worden. So wurde die Erdverkabelung von insgesamt 47,4 km (10 % mehr als ursprünglich geplant) bestehenden 20 kV Mittelspannungsleitung in den beiden Trappengebieten „Westliches Weinviertel“ (33,2 km) und „Parndorfer Platte – Heideboden“ (14,2 km) im Zeitraum Oktober 2005 bis September 2008 erfolgreich abgeschlossen. Somit sind durch das LIFE Projekt wieder größere leitungsfreie Flächen für die Großtrappe entstanden. Außerdem wurde die Markierung von insgesamt 153 km (22 % mehr als ursprünglich geplant) bestehenden 110, 220 und 380 kV Hochspannungsleitungen mit Vogelwarnkugeln, Vogelwarnfahnen und Vogelwarntafeln in allen drei Projektgebieten (80,0 km davon im Westlichen Weinviertel) im Projektzeitraum zur Gänze abgeschlossen.



**Abb. 7:** Markierung einer Hochspannungsleitung der BEWAG (mittlerweile Netz Burgenland GmbH) mit Vogelwarnfahnen im Projekt – Teilgebiet Parndorfer Platte – Heideboden (Foto: BEWAG).

Die Fortpflanzungsrate der Großtrappen ist im Allgemeinen sehr gering und liegt in Europa bei stabilen Populationen ohne erhöhte „künstliche“ Mortalität pro Jahr bei nur 15 flüggen Jungvögeln pro 100 adulten Hennen. Außerdem werden Hennen erst nach 2 bis 3 Jahren, Hähne überhaupt erst mit 4 bis 6 Jahren geschlechtsreif. Dies wird jedoch unter natürlichen Bedingungen durch das Erreichen eines für Vögel hohen Alters von mehr als 20 Jahren ausgeglichen (ALONSO et al. 2009).

Kollisionen mit Stromleitungen stellen für ausgewachsene (also immature und adulte) Großtrappen lange Zeit die häufigste Todesursache in Österreich, insbesondere in Niederösterreich, dar. Diese künstliche Verringerung ihrer ansonsten hohen Lebenserwartung stellt eine ernstzunehmende Bedrohung für die Trappen der

ohnedies kleinen österreichischen Teilpopulationen dar und gefährdet somit die Erfolge, die durch die kostenintensiven Schutzprogramme erreicht werden.

Seit der Errichtung der ersten Mittel- und Hochspannungsleitungen vor mehr als 50 Jahren kollidieren immer wieder Großtrappen tödlich mit diesen Freileitungen. So verunglückten zum Beispiel allein an einer einzigen Hochspannungsleitung im Raum Dürnkrot von 1958 bis 1966 mindestens 38 Trappen.

Auch in den letzten Jahren kam es immer wieder zu tödlichen Kollisionen. Aufgrund der leichten Bestandserholung und einer somit wieder höheren Anzahl von Großtrappen ist auch die Kollisionshäufigkeit angestiegen. Besonders dramatisch hatte sich die Situation in den Jahren 2002 bis 2004 im Trappengebiet „Westliches Weinviertel“ entwickelt.



**Abb. 8:** Markierung einer Hochspannungsleitung der BEWAG (mittlerweile Netz Burgenland GmbH) mit Vogelwarnfahnen im Projekt – Teilgebiet Parndorfer Platte – Heideboden (Foto: BEWAG).





**Abb. 9:** Markierung einer Hochspannungsleitung der APG mit Vogelwarntafeln im Projekt – Teilgebiet Parndorfer Platte – Heideboden (Foto: Rainer Raab).



**Abb. 10:** Mit Vogelwarnkugeln bzw. -tafeln markierte Hochspannungsleitungen der APG im Projekt – Teilgebiet Parndorfer Platte – Heideboden (Foto: Rainer Raab).

Im Westlichen Weinviertel kam es aufgrund intensiver Schutzbemühungen über mehrere Jahre zu einem kontinuierlichen Zuwachs der Trappenpopulation von 22 Altvögeln im April 1996 auf 43 Altvögel im April 2001. In diesem Zeitraum verunglückten in diesem Gebiet fünf Großtrappen nachweislich an Freileitungen. In den darauf folgenden Jahren gab es trotz noch intensiverer Schutzbemühungen leider keinen weiteren Zuwachs der Brutzeitbestände dieser Teilpopulation, obwohl es weiterhin gute Nachwuchszahlen, wie z. B. 10 ausgewachsene Jungtrappen im Jahr 2003 gegeben hat. Der Hauptgrund dafür war, dass im Zeitraum von Juli 2001 bis Ende Juli 2005 alleine im Westlichen Weinviertel 12 Großtrappen (7 Hähne und 5 Hennen) tot aufgefunden wurden, bei denen Fundumstände und/oder Verletzungsart eindeutig auf eine Kollision mit einer Freileitung hingewiesen haben. Im selben Zeitraum wurden nur 5 weitere (ein Hahn, eine Henne, zwei

unbestimmte Großtrappe und ein noch nicht flugfähiges Jungtier) Großtrappen Tod aufgefunden, die aufgrund einer anderen Todesursache gestorben sind. Im Zeitraum des LIFE-Projektes von Anfang August 2005 bis Ende Juli 2010 sind insgesamt 9 tote Großtrappen (3 Hähne, 4 Hennen und zwei Jungtiere) festgestellt worden, 8 davon im Projekt-Teilgebiet und eine Henne deutlich abseits davon bei Großharras. 2 Hennen davon starben durch Leitungskollision. Eine Henne am 27.04.2007 an einer noch unmarkierten Leitung, die im Rahmen des Projektes in der Zwischenzeit markiert wurde. Eine Henne, die bei Großharras, verletzte sich an einer unmarkierten 110 kV Leitung der EVN abseits des typischen Trappengebietes und konnte am 10.03.2008 aufgrund massiver Verletzungen leider nur mehr eingeschlafert werden.

Im Zeitraum des LIFE+ Projektes wurden von Anfang Oktober 2010 bis Mitte Juli 2015 alleine im Westlichen



**Abb. 11:** Mit Vogelwarnkugeln markierte Hochspannungsleitungen der APG im Projekt – Teilgebiet Parndorfer Platte – Heideboden (Foto: Rainer Raab).

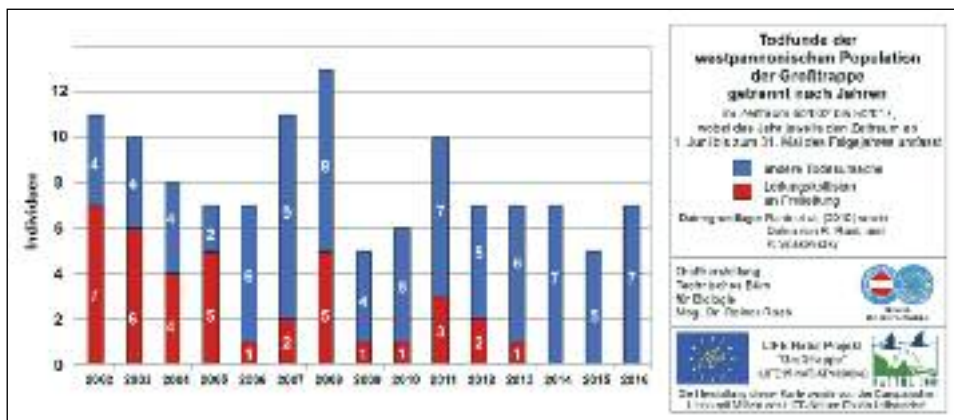


Abb. 12: Todfunde der westpannonischen Population der Großtrappe (ohne noch nicht vollständig flügel Jungtrappen) im Zeitraum 1. Juni 2002 bis 31. Mai 2017, getrennt nach Jahren, wobei das Jahr jeweils den Zeitraum ab 1. Juni bis zum 31. Mai des Folgejahres umfasst. Stichprobengröße siehe Balken.

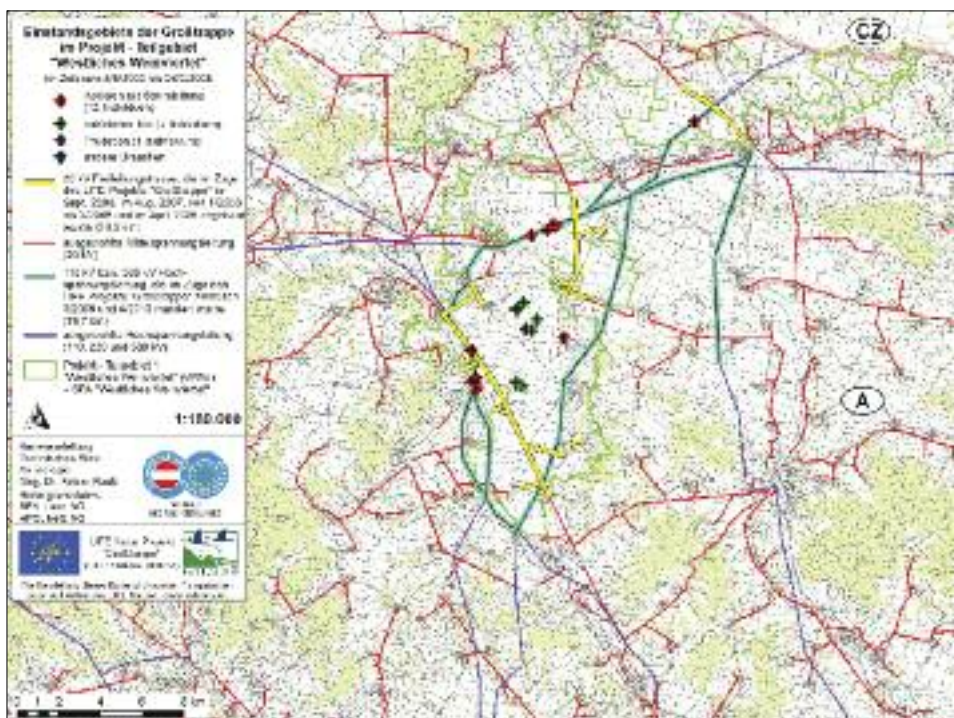


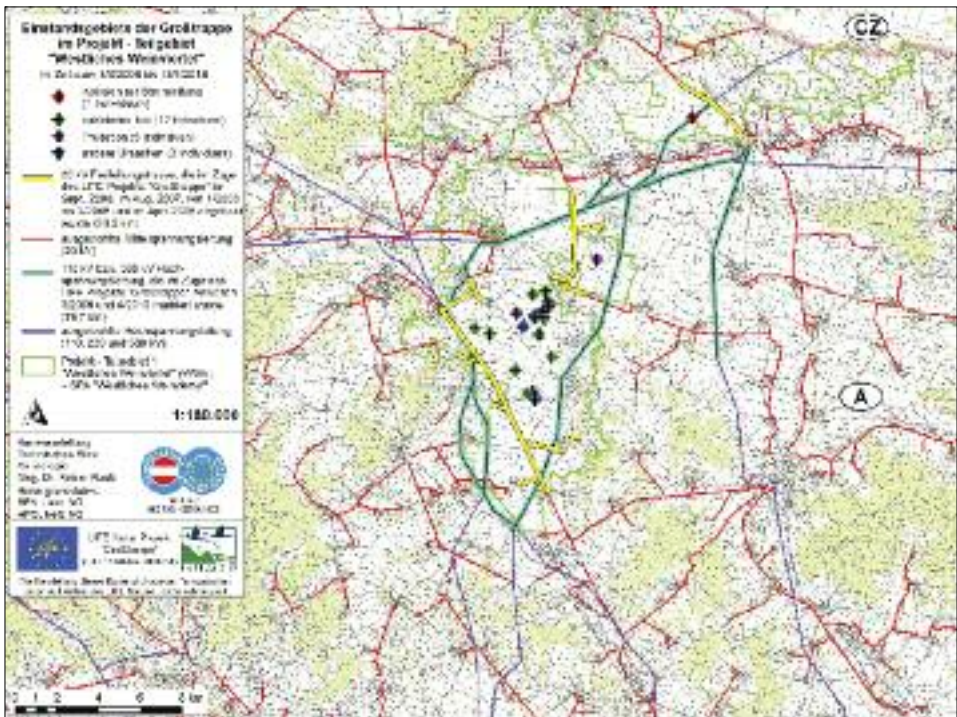
Abb. 13: Todfunde von Großtrappen im Projekt – Teilgebiet „Westliches Weinviertel“ im Zeitraum 5. August 2002 bis 26. Februar 2008, also vor der Umsetzung der meisten Maßnahmen an Leitungen, getrennt nach Todesursache.

Weinviertel 12 Großstrappen (5 Hähne, 1 Junghahn, 4 Hennen und zwei Jungtiere) Tod aufgefunden. Nur eine davon verstarb durch Leitungskollision. Leider jedoch an einer bereits markierten Leitung. Erfreulich ist jedoch der Umstand, dass die Zahl der Leitungskollisionopfer im Vergleich zum Zeitraum vor den beiden LIFE-Projekten deutlich zurückgegangen ist.

Einige Individuen der Teilpopulation des Gebietes Westliches Weinviertel nutzen im Laufe des Jahres neben Flächen auf österreichischem Staatsgebiet auch immer wieder Flächen in Tschechien. Teile dieser Population stehen zumindest zeitweise auch mit anderen Teilpopulationen in Austausch. Daher ist natürlich auch in den nächsten Jahren immer wieder mit einzelnen Totfunden durch Kollisionen mit Freileitungen abseits der typischen Einstandsgebiete zu rechnen.

Insgesamt sind im Projektgebiet Westlichen Weinviertel im Zeitraum August 2002 bis Februar 2008, also vor der Umsetzung der meisten Maßnahmen an Leitungen, insgesamt 20 immature und adulte Großstrappen verstorben, 12 davon durch Leitungskollision, und gefunden worden (Abb. 13). Im Zeitraum nach der Umsetzung von Erdverkabelungen von Mittelspannungsleitungen und Markierungen von Hochspannungsleitungen, also von März 2008 bis Jänner 2018, sind insgesamt 21 immature und adulte Großstrappen verstorben, eine davon durch Leitungskollision, und gefunden worden (Abb. 14).

Das LIFE-Projekt hat also dazu geführt, dass in den typischen Haupteinstandsgebieten der Teilpopulation des Gebietes Westliches Weinviertel kaum mehr Kollisionen stattfinden. Es kam bereits zu einer ersten Reduzierung der Totfunde



**Abb. 14:** Totfunde von Großstrappen im Projekt – Teilgebiet „Westliches Weinviertel“ im Zeitraum 3. März 2008 bis 18. Jänner 2008, also nach der Umsetzung der meisten Maßnahmen an Leitungen, getrennt nach Todesursache.

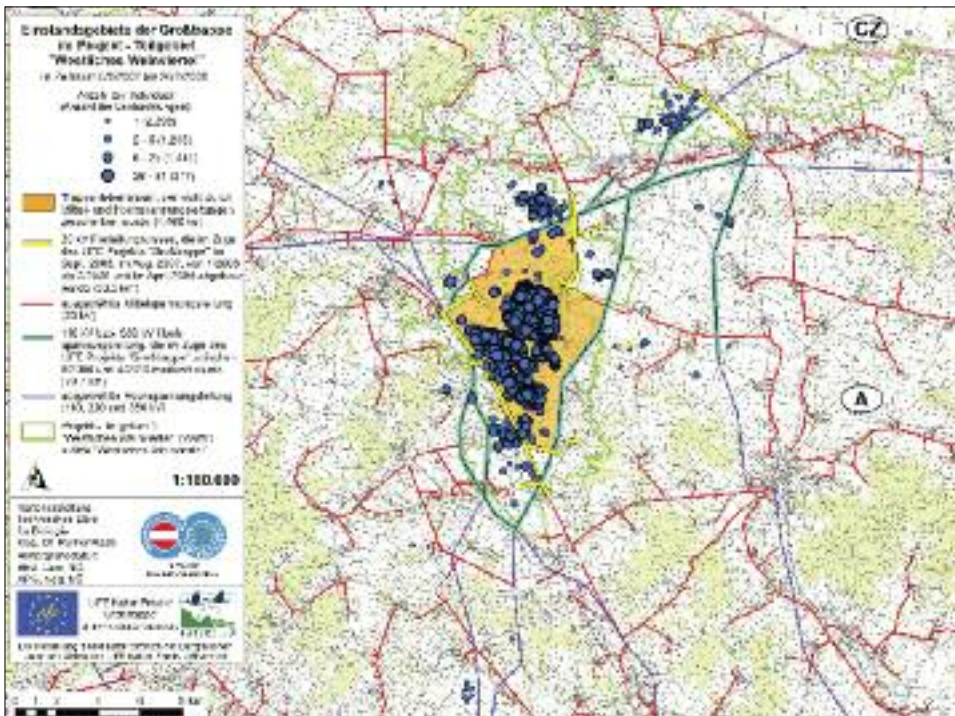
durch Leitungskollisionen, der Vergleichszeitraum ist jedoch noch relativ kurz. Dennoch zeigen die Ergebnisse von 2002 bis 2018 bereits, dass u. a. durch die Markierung von Stromleitungen die Kollisionsrate und damit auch die Mortalitätsrate der westpannonischen Großtrappenpopulation deutlich gesenkt werden konnte (vgl. RAAB et al. 2012).

Lebensraumzerschneidung und der damit oftmals einhergehende Habitatverlust stellen eine der Hauptgefährdungsur-sachen für Biodiversität dar und sind damit ein zentrales Thema im Naturschutz (FAHRIG 2005). Die Errichtung von artifi-zialen Strukturen wie Stromleitungen, Straßen und Windparks können dabei derartige Lebensraumzerschneidungen bzw. Habitatverluste verursachen. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, führen Stromleitungen neben direkten auch zu

indirekten Habitatverlusten, da deren Nah-bereiche von Großtrappen oftmals gemieden werden (LANE et al. 2001).

Im Rahmen des LIFE und LIFE+ Projektes wurden jedoch ausgewählte Abschnitte an Mittelspannungsleitungen erdverkabelt und im Anschluss daran die Freileitungen abgebaut. Dadurch konnte der Trappenlebensraum, der nicht durch Mittel- und Hochspannungsleitungen zerschnitten wird, in allen Projektgebieten, wo bereits Maßnahmen durchgeführt wurden, deutlich vergrößert werden, und zwar von ca. 4.500 ha auf ca. 6.800 ha (vgl. Abb. 15 und 16).

Zudem werden in einigen Projektteil-gebieten Bereiche, die durch den gezielten Abbau von Freileitungen barrierefrei erreichbar gemacht wurden, von der Groß-trappe intensiver genutzt (vgl. auch Abb. 15 und 16).



**Abb. 15:** Einstandsgebiete der Großtrappe im Projekt – Teilgebiet „Westliches Weinviertel“ im Zeitraum 5. August 2002 bis 26. Februar 2008, also vor der Umsetzung der meisten Maßnahmen an Leitungen.

Im Trappenschutz ist in Österreich in den letzten Jahren sehr viel erreicht worden – insbesondere dank LIFE und ÖPUL (Österreichisches Programm für

eine umweltgerechte Landwirtschaft) – also Dank der Europäischen Kommission. So hat sich die Anzahl der Individuen in Österreich von den ursprünglich

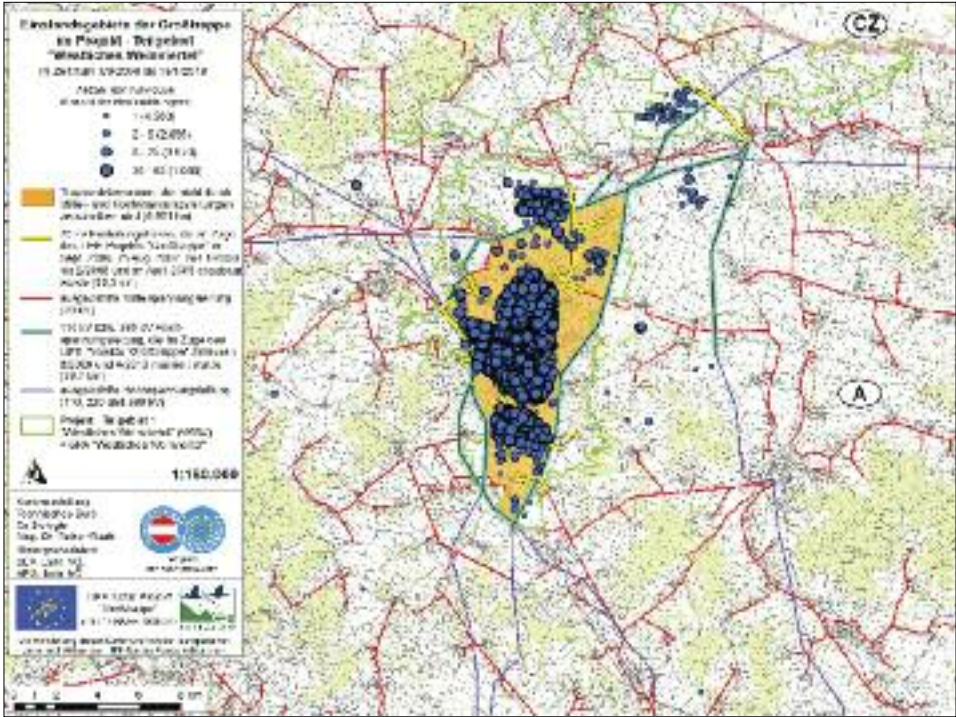


Abb. 16: Einstandsgebiete der Großtrappe im Projekt-Teilgebiet „Westliches Weinviertel“ im Zeitraum 3. März 2008 bis 18. Jänner 2008, also nach der Umsetzung der meisten Maßnahmen an Leitungen.

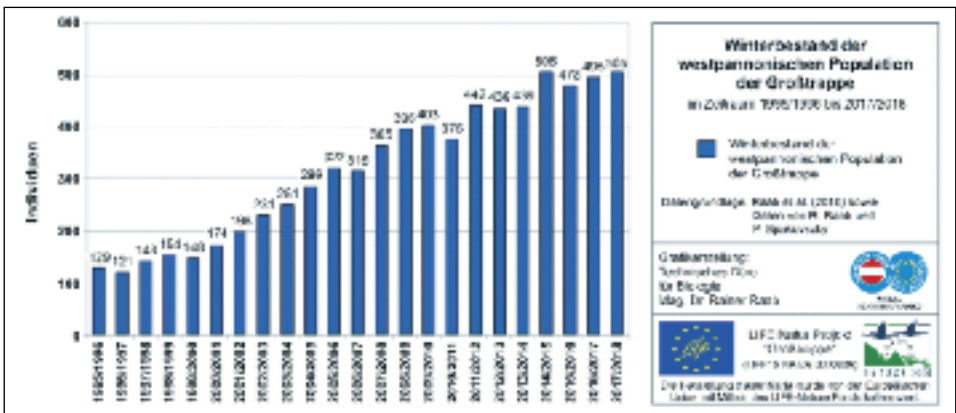


Abb. 17: Winterbestand der westpannonischen Population der Großtrappe im Zeitraum 1995/96 bis 2017/2018.

knapp 60 im Jahr 1996 auf rund 420 Individuen im Jahr 2017 erhöht. Somit hat sich der Bestand in Österreich – in den letzten 21 Jahren – ca. versiebenfacht. Insgesamt hat sich der Bestand der westpannonischen Population, die neben Ostösterreich auch Teile der Tschechischen Republik, der Slowakei und Westungarn umfasst, von 121 im Winter 1996/1997 auf 505 Individuen im Winter 2017/2018 erhöht, also ca. vervierfacht (Abb. 17). Dieser große Erfolg der letzten 21 Jahre beruht auf den zahlreichen umgesetzten Schutzmaßnahmen in Westungarn und Österreich.

## Schlussfolgerungen

Das Monitoring zur Erfolgskontrolle der gewählten Markierungsmethoden belegt die Wirksamkeit der im LIFE- und LIFE+ Projekt gewählten Markierungen. Durch die Maßnahmen des LIFE- und des LIFE+ Projektes (Markierungen von Hochspannungsleitungen in Kombination mit der Erdverkabelung von Mittelspannungsleitungen) und den zusätzlich Lebensraum verbessernden Maßnahmen im Rahmen des ÖPUL (Anlage und Pflege von speziell für die Trappen bewirtschafteten Ackerflächen) kam es in den letzten Jahren zu einem signifikanten Anstieg des Brutbestandes der westpannonischen Population der Großtrappe (Maximalbestand zur Brutzeit 2002 waren 168 Individuen und 2014 waren es bereits 446 Individuen) bei gleichzeitiger Abnahme der Mortalitätsrate und des Anteils an Kollisionsopfern. Lag die Kollisionsrate in der westpannonischen Population der Großtrappen bei den adulten und immaturren Großtrappen in den 4 Jahren (2002 bis 2005) vor Beginn der Umsetzung der Maßnahmen noch zwischen 50% und 71%, konnte diese im Vergleichszeitraum der letzten 11 Jahre (2006 bis 2014) auf 0% bis 38% gesenkt werden. Die Ergebnisse der Erfassung der Trappentodfunde der letzten Jahre liefern somit bereits zum

jetzigen Zeitpunkt sehr interessante Ergebnisse, die durch die Fortsetzung der Untersuchungen im Rahmen von Folgeprojekten weiter abgesichert werden sollen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass aus derzeitiger Sicht alle im LIFE-Projekt und LIFE+ Projekt angewandten Markierungsmethoden insbesondere für die Hauptzielart, die Großtrappe, als effektiv und wirksam eingestuft werden können. Durch die Fortsetzung der Untersuchungen, insbesondere die Analyse der Trappentodfunde, im Rahmen von Folgeprojekten, wie dem jetzigen LIFE-Projekt Großtrappe, das noch bis 2023 läuft, soll festgestellt werden, ob die gesetzten Maßnahmen nicht nur kurzfristig, sondern auch längerfristig wirksam sind.

## Literatur

- ABS ENERGY RESEARCH (2008): The T & D Report, London.
- ALONSO, J. C. (2014): The Great Bustard: past, present & future of a globally threatened species. *Ornis Hungarica* 22, pp. 1–13.
- ALONSO, J. C., J. A. ALONSO & R. MUNOZ-PULIDO (1994): Mitigation of bird collisions with transmission lines through groundwire marking. *Biological Conservation*, Vol. 6 No. 2, pp. 129–134.
- ALONSO, J. C., M. MAGANA, J. A. ALONSO, C. PALACIN, C. A. MARTIN & B. MARTIN (2009): The most extreme sexual size dimorphism among birds: allometry, selection, & early juvenile development in the Great Bustard. *Auk* 126, pp. 657–665.
- ALONSO, J. A., C. A. MARTIN, J. C. ALONSO, M. B. MORALES & S. J. LANE (2001): Seasonal movements of male great bustards in central Spain. *Journal of Field Ornithology*, Vol. 72 No. 4, pp. 504–508.

- ALONSO, J. C., C. A. MARTIN, C. PALACIN, B. MARTIN & M. MAGANA (2005): The Great Bustard *Otis tarda* in Andalusia, southern Spain: Status, distribution and trends. *Ardeola*, Vol. 52 No. 1, pp. 67–78.
- ALONSO, J. C. & C. PALACIN (2010): The world status & population trends of the Great Bustard (*Otis tarda*): 2010 update. *Chinese Birds* 1, pp. 141–147.
- AMIN, M. & J. STRINGER (2008): The Electric Power Grid: Today and Tomorrow. Vol. 33, available at: <https://doi.org/10.1557/mrs2008.80>.
- BALLASUS, H. & R. SOSSINKA (1997): Auswirkungen von Hochspannungstrassen auf die Flächennutzung überwinterner Bläss- und Saatgänse *Anser albifrons*, *A. fabalis*. *Journal für Ornithologie*, Vol. 138, pp. 215–228.
- BARRIENTOS, R., J. C. ALONSO, C. PPONCE, & C. PALACIN (2011): Meta-Analysis of the Effectiveness of Marked Wire in Reducing Avian Collisions with Power Lines. *Conservation Biology*, Vol. 25 No. 5, pp. 893–903.
- BERNADINO, J., K. BEVANGER, R. BARRIENTOS, J. F. DWYER, A. T. MARQUES, R. C. MARTINS & J. M. SHAW (2018): Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biological Conservation*, Elsevier, Vol. 222 No. April, pp. 1–13.
- BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, J. KRIMKOWSKI, A. MENZEL, A. REINHARDT, B. RÖSNER & H.-G. BAUER (2017): Vogel-Kollisionsopfer an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen in Deutschland – Eine Abschätzung. *Hungen*.
- BEVANGER, K. (1995): Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 32 No. 4, pp. 745–753.
- BEVANGER, K. (1998): Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation*. Elsevier, Vol. 86, pp. 67–76.
- BEVANGER, K. & H. BROSETH, (2001): Bird collisions with power lines – An experiment with ptarmigan (*Lagopus spp.*). *Biological Conservation*, Vol. 99 No. 3, pp. 341–346.
- BEVANGER, K. & H. BROSETH (2004): Impact of power lines on bird mortality in a subalpine area. *Animal Biodiversity and Conservation*. Vol. 27 No. 2, pp. 67–77.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2017): *Otis tarda*, The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T22691900A119044104. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22691900A119044104.en>. Downloaded on 23 August 2018.
- BROWN, W. M. & R. C. DREWEN (1995): Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife Society Bulletin*. Vol. 23 No. 2, pp. 217–227.
- D'AMICO, M., L. CATRY, R. MARTINS, F. ASCENSAO, R. BARRIENTOS & F. MOREIRA (2018): Bird on the wire: Landscape planning considering costs and benefits for bird populations coexisting with power lines. *Ambio*, pp. 1–7, <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1025-z>.
- DEMERDZHEV, D. A. (2014): Factors influencing bird mortality caused by power lines within special protected areas undertaken conservation efforts. Vol. 66 No. 2, pp. 411–423.
- DREWITT, A. L. & R. H. W. LANGSTON (2008): Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1134, pp. 233–266.
- ERICKSON, W. P., G. D. JOHNSON & JR. D. P. Y. (2005): A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions. USDA Forest



- Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191., Vol. PSW-GTR-19, pp. 1029–1042.
- EVERART, J. & E. W. M. STIENEN (2007): Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). *Biodiversity and Conservation*, Vol. 16 No. 12, pp. 3345–3359.
- FROST, D. (2008): The use of ‘flight diverters’ reduces mute swan *Cygnus olor* collision with power lines at Abberton Reservoir, Essex, England. *Conservation Evidence*, Vol. 5, pp. 83–91.
- GELLINGS, C. W. (2015): Let’s Build a Global Power Grid With a little DC wizardry and a lot of cash, we could swap power across continents.
- HUNTING, K. (2002): A roadmap for PIER research on avian power line electrocution in California. California Energy Commission Staff Report, No. December, p. 71.
- JANSS, G. F. E. (2000): Avian mortality from power lines: A morphologic approach of a species-specific mortality. *Biological Conservation*, Vol. 95 No. 3, pp. 353–359.
- JANSS, G. F. E. & M. FERRER (1998): Rate of Bird Collision with Power Lines: Effects of Conductor-Marking and Static Wire-Marking (Tasa de Choques por Parte de Aves con Líneas del Tendido Eléctrico: Efecto de Marcadores de Conducción y Marcadores de Estática). *Source Journal of Field Ornithology*, Vol. 69 No. 1, pp. 8–17.
- JANSS, G. F. E. & M. FERRER (2000): Common Crane and Great Bustard Collision with Power Lines: Collision Rate and Risk Exposure. *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 28 No. 3, pp. 675–680.
- JENKINS, A. R., J. M. SHAW, J. J. SMALLIE, B. GIBBONS, R. VISAGIE & P. G. RYAN, (2011): Estimating the impacts of power line collisions on Ludwig’s Bustards *Neotis ludwigii*. *Bird Conservation International*, Vol. 21, pp. 303–310.
- JENKINS, A. R., J. J. SMALLIE & M. DIAMOND (2010): Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International*, Vol. 20 No. April 2016, pp. 263–278.
- DE LA ZERDA, S. & L. ROSSELLI (2003): Mitigation of collisions of birds with high-tension electric power lines by marking the ground wire. *Ornithología Colombiana*, Vol. 1, pp. 42–62.
- LANE, S. J. & J. C. ALONSO (2001): Status and extinction probabilities of great bustard (*Otis tarda*) leks in Andalucía, southern Spain. *Biodiversity and Conservation*, Vol. 10 No. 6, pp. 893–910.
- LANE, S. J., J. C. ALONSO & C. A. MARTIN (2001): Habitat preferences of great bustard *Otis tarda* flocks in the arable steppes of central Spain: Are potentially suitable areas unoccupied?. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 38 No. 1, pp. 193–203.
- LOSS, S. R., T. WILL & P. P. MARRA (2012): Direct human-caused mortality of birds: Improving quantification of magnitude and assessment of population impact. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 10 No. 7, pp. 357–364.
- LOSS, S. R., T. WILL & P. P. MARRA (2014): Refining estimates of bird collision and electrocution mortality at power lines in the United States. *PLoS ONE*, Vol. 9 No. 7, pp. 26–28.
- LOSS, S. R., T. WILL & P. P. MARRA (2015): Direct Mortality of Birds from Anthropogenic Causes. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, Vol. 46, pp. 99–120.
- DE LUCAS, M., G. F. E. JANSS & M. FERRER (2004): The effects of a wind farm on birds in a migration point: The Strait of Gibraltar. *Biodiversity and Conservation*, Vol. 13 No. 2, pp. 395–407.
- MANVILLE, A. M. (2005): Bird strikes and electrocutions at power lines, communication towers, and wind

- turbines: state of the art and state of the science—next steps toward mitigation. USDA Forest Service General Technical Reports, Vol. 19, pp. 1051–1064.
- MARTIN, C. A., J. C. ALONSO, J. A. ALONSO, C. PALACIN, M. MAGANA & B. MARTIN (2007): Sex-biased juvenile survival in a bird with extreme size dimorphism, the great bustard *Otis tarda*. *Journal of Avian Biology*, Vol. 38 No. 3, pp. 335–346.
- MARTIN, G. R. & J. M. SHAW (2010): Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead?. *Biological Conservation*, Elsevier Ltd, Vol. 143 No. 11, pp. 2695–2702
- OGADA, D., P. SHAW, R. L. BEYERS, R. BUIJ, C. MURN, J. M. THIOLLAY, C. M. BEALE (2016): Another Continental Vulture Crisis: Africa's Vultures Collapsing toward Extinction. *Conservation Letters*, Vol. 9 No. 2, pp. 89–97.
- PALACIN, C. & J. C. ALONSO (2008): An updated estimate of the world status & population trends of the Great Bustard *Otis tarda*. *Ardeola* 55, pp. 13–25.
- PALACIN, C., J. C. ALONSO, C. A. MARTIN & J. A. ALONSO (2016): Changes in bird migration patterns associated with human-induced mortality. *Conservation Biology*, Vol. 31 No. 1, pp. 106–115.
- RAAB, R., E. JULIUS, J. STEINDL, C. SCHÜTZ & P. SPAKOVSKY (2015): Endbericht 2015 Monitoring zur Erfolgskontrolle der gewählten Markierungsmethoden. Unveröff. Studie im Auftrag der ÖGG.
- RAAB, R., H. P. KOLLAR, H. WINKLER, S. FARAGO, P. SPAKOVSKY, J. CHAVKO, B. MADERIC, V. ŠKORPIKOVA, E. PATAK, H. WURM, E. JULIUS, S. RAAB & C. SCHÜTZ (2010): Die Bestandsentwicklung der westpannonischen Population der Großstrappe, *Otis tarda Linnaeus* 1758, von 1900 bis zum Winter 2008/2009. *Egretta* 51, pp. 74–99.
- RAAB, R., C. SCHÜTZ, P. SPAKOVSKY, E. JULIUS & C. H. SCHULZE (2012): Underground cabling and marking of power lines: conservation measures rapidly reduced mortality of West-Pannonian Great Bustards. *Bird Conservation International*, Vol. 22 No. 3, pp. 299–306.
- RAAB, R., P. SPAKOVSKY, E. JULIUS, C. SCHÜTZ & C. H. SCHULZE (2011), Effects of power lines on flight behaviour of the West-Pannonian Great Bustard *Otis tarda* population. *Bird Conservation International*, Vol. 21, pp. 142–155.
- RAYNER, J. M. V. (1988): Form and function in avian flight. *Current Ornithology*, Vol. 5, pp. 1–66.
- REITER, A. S. (2000): Großstrappen (*Otis tarda* L.) verunglücken an Stromleitungen im westlichen Weinviertel (Niederösterreich). [Casualties of great bustards on overhead power lines in the western Weinviertel (lower Austria)]. *Egretta*, Vol. 43, pp. 37–54.
- RIoux, S., J.-P. L. SAVARD & A. A. GERICK (2013): Avian mortalities due to transmission line collisions: a review of current estimates and field methods with an emphasis on applications to the Canadian electric network. *Avian Conservation and Ecology*, Vol. 8 No. 2, p. art7.
- SCHAUB, M., A. AEBISCHER, O. GIMENEZ, S. BERGER & R. ARLETAZZ (2010): Massive immigration balances high anthropogenic mortality in a stable eagle owl population: Lessons for conservation. *Biological Conservation*, Elsevier Ltd, Vol. 143 No. 8, pp. 1911–1918.
- SCHAUB, M. & R. PRADEL (2004): Assessing the relative importance of different sources of mortality from recoveries of marked Animals. *Ecology*, Vol. 85 No. 4, pp. 930–938.
- SHAW, J. M. (2009): The End of the Line for South Africa's National Bird? *Modelling Power Line Collision Risk*

- for the Blue Crane. University of Cape Town.
- SHAW, J. M., T. A. REID, M. SCHUTGENS, A. R. JENKINS & P. G. RYAN (2018): High power line collision mortality of threatened bustards at a regional scale in the Karoo, South Africa. *Ibis*, Vol. 160, pp. 431-446.
- SPOKER, M. K., J. F. DWYER, B. D. GERBER, R. E. HARNES & A. K. PANDEY (2013): Marking power lines to reduce avian collisions near the audubon national wildlife refuge, North Dakota. *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 37 No. 4, pp. 796-804.
- WATZKE, H. (2007): Results from satellite telemetry of Great Bustards in the Saratov region of Russia. *Bustard Studies* 6: 83-89.
- YEE, M. L. (2008): Testing the Effectiveness of an Avian Flight Diverter for Reducing Avian Collisions with Distribution Power Lines in the Sacramento Valley, California. *Energy*, No. January, p. 38.

Anschrift des Verfassers:

MAG. DR. RAINER RAAB,  
Technisches Büro für Biologie,  
Quadenstraße 13,  
A-2232 Deutsch-Wagram,  
E-Mail: rainer.raab@tbraab.at

## Ansätze zur Risikobewertung von Vogelkollisionen und ihre Umsetzung in die Planungspraxis

von FRANK BERNSHAUSEN, TNL, Hungen

*Keywords:* *Keywords: Freileitungen, Kollisionsrisiko, vorhabentypspezifisches Mortalitätsrisiko, Ermittlung des avifaunistischen Gefährdungspotentials, Technischer Hinweis zur Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen, Minimierungsmaßnahmen bei der Trassenplanung, Effizienzprüfungen von Vogelschutzmarkierungen*

*Overhead power lines, risk of collision, project-type-specific mortality risk, determination of avifaunal hazard potential, technical bulletin on bird protection on high and extra-high voltage overhead lines, minimization measures for route planning, efficiency checks of bird protection markings*

*Zusammenfassung:* *Auf der Grundlage der unterschiedlichen Risiken, die mit verschiedenen Arten und Vogelgruppen verbunden sind, die mit den Seilen von Freileitungen kollidieren, werden in diesem Beitrag verschiedene Ansätze zur Risikobewertung in Bezug auf Vogelkollisionen diskutiert. Ein vorhabentypspezifisches Mortalitätsrisiko auf Artenebene wird ebenso diskutiert wie ein Technischer Hinweis zum Vogelschutz und eine Methode zur Bestimmung des Gefährdungspotentials von Freileitungen. Vorher und Nachher-Studien werden verwendet, um die Wirksamkeit von Vogelschutzmarkern für einige Vogelarten und Vogelgruppen zu demonstrieren. Das Papier schließt mit einer Diskussion der technischen und planerischen Möglichkeiten und der Einschränkungen von Maßnahmen, die verhindern sollen, dass Vögel mit Oberleitungen kollidieren.*

*Abstract:* *Based on the varying risks associated with different species and groups of bird colliding with the cables of overhead power lines, this paper discusses various approaches to risk assessment in respect of bird collisions. A project-specific mortality risk at the species level is also discussed, as too are a Technical Bulletin on the protection of birds and a method for determining the hazard potential of overhead lines. Before-and-after studies are used to demonstrate the effectiveness of bird protection markers for some species and groups of bird. The paper concludes with a discussion of technical and planning possibilities and the limitations of measures designed to prevent birds from colliding with overhead lines.*

### 1. Einleitung

Der Autor war sowohl an dem Forschungsprojekt von RWE/Amprion „Vogelverhalten an Freileitungen“ (s. RICHARZ & HORMANN 1997) mit Untersuchungen zum Verhalten von Stand-, Rast- und Zugvögeln an vier ausgewählten Trassenabschnitten in durchschnittlich strukturierten („normalen“) Kulturlandschaften in West-, Mittel- und Süddeutsch-

land beteiligt, als auch in der Folge an der Untersuchung vogelkritischer Leitungsabschnitte im gesamten Leitungsnetz von RWE/Amprion, der Entwicklung eines Bewertungsschemas zur Identifizierung vogelrelevanter Gebiete im Trassenbereich sowie der Effizienzkontrolle beim Einsatz der neu entwickelten schwarz-weißen beweglichen Marker durch Vorher-Nachher-Untersuchungen in Gebieten mit unterschiedlichen Habitaten und Vogelvorkom-

men (s. BERNSHAUSEN et al. 1997, 2000, 2007, 2014). Die dabei gesammelten Erfahrungen werden im Folgenden im Kontext der Ergebnisse aus anderen Untersuchungen und Leitfäden vorgestellt, um daraus die Möglichkeiten und Grenzen der Risikobewertung von Vogelkollisionen an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen sowie ihrer Umsetzung in der Planungspraxis herauszuarbeiten.

## 2. Zur Betroffenheit von Vogelarten durch Leitungsanflug

Während § 41 BNatSchG zum Schutz von Vögeln durch Kurz- oder Erdschluss an Mittelspannungsfreileitungen fordert, neu zu errichtende Masten und Bauteile konstruktiv so auszuführen, dass Vögel keinen Stromschlag erleiden (zur Konstruktion/Isolierung s. VDE 2011), lassen sich Anflugverluste von Vögeln an Freileitungen, solange es derartige Lufthindernisse gibt, nie gänzlich ausschließen. Deshalb gilt es beim Leitungsanflug von Vögeln die Frage zu klären, wie dieser anlagebedingte Mortalitätsfaktor aus tierökologischer Sicht im Rahmen der Rechtsvorschriften zu bewerten ist und welche Maßnahmen zu einer nachweisbaren Risikominimierung i.S. von § 44 BNatSchG und Natura 2000 führen können.

### 2.1 Unterschiedliches Kollisionsrisiko bei Arten(gruppen)

Obwohl grundsätzlich alle Vögel unabhängig von ihrer Art und Größe mit Freileitungen kollidieren können, zeigen alle bisherigen Untersuchungen, dass das Kollisionsrisiko art- und/oder gruppen-spezifisch unterschiedlich groß ist. In zusammenfassenden Darstellungen wie bei BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) oder der EUROPEAN COMMISSION (2014) werden folgende Artengruppen bezüglich ihres Kollisionsrisikos als grundsätzlich prüfungsrelevant eingestuft:

*Erhöht kollisionsgefährdete Vogelarten-gruppen sind:*

1. Großvögel (insbesondere Störche, Kraniche, Trappen, Reiherartige),
2. Wat- und Schnepfenvögel,
3. Raufußhühner,
4. Wasservögel (Schwäne, Gänse, Enten, Taucher, Säger, Rallen),
5. Möwen und Seeschwalben.

*In besonderen Fällen können auch relevant sein:*

1. bestimmte Greifvogelarten\*,
2. bestimmte Eulenarten\*,
3. Rabenvögel (nur große Kolonien und Schlafplätze),
4. nächtlich ziehende Singvögel (in besonderen Situationen),
5. Tauben, Drosselartige und Stare (im Schwarm).

### 2.2 Kollisionsbeeinflussende Eigenschaften

Das unterschiedliche Risiko für Vögel, beim Anflug mit Freileitungen zu kollidieren, leitet sich aus den physiologischen und morphologischen Unterschieden der einzelnen Arten in Verbindung mit ihrem spezifischem Verhalten ab. Aus den verschiedenen Arbeiten zur Kollision von Vögeln mit Freileitungen sind zusammenfassend folgende kollisionsbeeinflussende Faktoren bzw. Faktorenkombinationen zu nennen:

1. **Morphologie:** Vögel mit hohem Gewicht (Großvögel) und relativ kurzen Flügeln (= wing load, Tragflächenbelastung) gelten aufgrund ihrer schlechten Manövrierfähigkeit als „schlechte Flieger“ und haben die höchsten Kollisionsraten (BEVANGER 1998, JANS 2000).
2. **Sehphysiologie:** Einige Vogelarten sind zumindest zeitweise „blind“ in ihrer Flugrichtung (schlechte Geradeaus-Sicht; s. MARTIN 2011).
3. **Verhalten:** So führt das Schwarmverhalten mit täglichen Pendelbewegungen

über Freileitungen zwischen Nahrungs-, Brut- und Schlafplätzen zu einer erhöhten Kollisionsgefahr (Janss 2000). Weiterhin sind Vögel, die regelmäßig nachts oder in der Dämmerung fliegen, kollisionsgefährdeter als Tagflieger. Auch die Balz (hier die Flugbalz mit komplexen Luftmanövern unter gleichzeitiger Einschränkung des allgemeinen Aufmerksamkeitsverhaltens) führt zu erhöhtem Kollisionsrisiko (ALTEMÜLLER & REICH 1997). Und schließlich kollidieren Jungvögel als unerfahrene Flieger häufiger als ihre älteren Artgenossen (BERNSHAUSEN et al. 1997).

*Andere natürliche Faktoren, die zu einem erhöhten Kollisionsraten führen, sind:*

- sicht- und flugbeeinflussende Wetterbedingungen, Habitat-Nutzung, Topografie, Vegetationsstrukturen entlang der Leitungen,
- stochastische Ereignisse wie plötzliche Störungen mit fluchtartigem Auffliegen (vom Auftauchen tierischer Prädatoren bis zu menschlichen Störungen wie etwa Personen, Jagd oder Hubschrauberflug).

*Auch planerisch/technische Parameter haben nicht unerheblichen Einfluss auf die Kollisionsraten:*

- Leitungskonfiguration (Anzahl der Traversen, Leiter- und Erdseilanordnung),
- Leitungsführung (Lage der Leitung im Raum, insbesondere im Hinblick auf Funktionsräume von Vögeln, Grad der Verschattung etc.)
- und Trassenunterhaltung haben Einfluss auf Kollisionshäufigkeiten (s. Avian Power Line Interaction Committee [APLIC] 2006).

### 3. Zur Herleitung des Kollisionsrisikos auf Artniveau über die Klassifizierung der vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung

BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) haben in einer umfangreichen Studie des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen entwickelt. Dazu nahmen die Autoren in einem ersten Schritt eine fünfstufige Einteilung des vorhabentypspezifischen Tötungsrisikos der Arten (von sehr gering bis sehr hoch) vor. Diese Einteilung in fünf Stufen basiert auf Kenntnissen zur Biologie und zum Verhalten der Art, Totfundzahlen bzw. -statistiken an den jeweiligen Vorhabentypen (hier: Freileitungen; u.a. Datensammlung zu Kollisionsverlusten Vögel der Vogelschutzwarte Brandenburg), publizierten Skalierungen von Fachkollegen (u.a.) sowie den eigenen Einschätzungen der Autoren. In einem zweiten Schritt wurde dieses vorhabentypspezifische Tötungsrisiko mit der allgemeinen (anthropogenen) Mortalitätsgefährdung der Art über den Mortalitätsgefährdungs-Index (MGI) aggregiert. Dieser Schritt ist nach BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) erforderlich, weil aus einem Tötungsrisiko nicht zwingend eine planerisch relevante Mortalitätsgefährdung resultiert. Im Hinblick auf planerische Fragestellungen zur Relevanz oder Erheblichkeit von Mortalitätsrisiken reicht nach Auffassung der Autoren die Kenntnis, ob eine Art grundsätzlich empfindlich ist oder nicht, allein noch nicht aus, sondern es bedarf einer weitergehenden Differenzierung ihrer Empfindlichkeit bzw. Gefährdung.

Daher wurde die vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung der Arten im Ergebnis durch BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) jeweils in fünf Klassen operationalisiert. Diese beiden Übersichten zur vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung auf Artniveau, getrennt nach Brut- und

Jahresvögeln sowie Gastvögeln, bilden in Teilen auch einen Baustein im Technischen Hinweis (s. Kapitel 5.). Abweichungen hiervon müssen allerdings in gutachterlich begründeten Fällen erfolgen können, in denen die Herleitungen gemäß BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) und BERNOTAT et al. (2019) zu unzutreffenden Einstufungen hinsichtlich des vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung führen. Dies gilt insbesondere für die hier getroffenen Einstufungen des vorhabentypspezifischen Tötungsrisikos bei einzelnen Arten.

Für die abschließende Bewertung einer konkreten Mortalitätsgefährdung am Maßstab einer Rechtsnorm (z. B. der „Erheblichkeit der Beeinträchtigung“ oder dem „signifikant erhöhten Tötungsrisiko“) muss zusätzlich zur vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung der Art noch das konkrete konstellationsspezifische Risiko des jeweiligen Einzelfalls betrachtet werden. Bei der Ermittlung des konstellationsspezifischen Risikos eines Vorhabens sind grundsätzlich verschiedene raum-, art- und projektbezogene Parameter zu berücksichtigen (s. u.a. BERNOTAT & DIERSCHKE 2016, BERNOTAT et al. 2019). Um eine zutreffende Bewertung des Raums durch diese Parameter hinsichtlich der Vogelschlaggefährdung zu ermöglichen, reicht allerdings eine schematische und starre Auseinandersetzung mit diesen nicht aus. Stattdessen bedarf es auch hier einer der Planungsebene angemessenen fachgutachterlichen Auseinandersetzung mit der spezifischen Vorortsituation.

#### **4. Zur Bestimmung des avifaunistischen Gefährdungspotenzials (AGP)**

Nach Abschluss des Forschungsvorhabens von RWE/Amprion „Vogelverhalten an Freileitungen“, in dessen Rahmen der Autor das Verhalten von Stand-, Zug- und Rastvögeln an Hochspannungsfreileitungen in durchschnittlichen Kulturlandschaften untersuchte (BERNSHAU-

SEN et al. 1997; s. auch RICHARZ 2019), wurde sein Planungsbüro vom Netzbetreiber RWE/Amprion mit der Entwicklung einer Bewertungsmethode für die Ermittlung der zu markierenden Mastfelder mit erhöhtem Kollisionsrisiko (1998–1999; s. BERNSHAUSEN et al. 2000) sowie zur Lokalisierung potentiell vogelgefährdender Spannungsfelder im 110-/380-kV-Netz des Unternehmens (1999–2005, s. BERNSHAUSEN et al. 2007) beauftragt.

#### **4.1 Bearbeitungsgebiet und Methode**

Das Bearbeitungsgebiet umfasste den gesamten Versorgungsbereich des Unternehmens mit dem Hochspannungsnetz in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und im Saarland, in Teilen Niedersachsens (Südwest), Hessens (Süd, West) sowie Bayerns (West). Auf einer Fläche von etwa 90.000 Quadratkilometern waren über 10.000 Kilometer Leitungstrassen zu beurteilen, die vorwiegend in Mittelgebirgslagen verlaufen, die von den großen Flusstälern des Rheins und der Donau durchzogen werden und im nördlichen Randbereich in die Niedersächsische Tiefebene reichen. Als kollisionsrelevante Vogelgruppen wurden dabei eingestuft: Großvögel (Reiherartige, Störche, Kraniche), Wasservögel (Gänse, Schwäne, Entenvögel, Taucher, Kormoran, Rallen), Limikolen, Möwen, Seeschwalben). Zusätzlich wurden noch große Singvogelansammlungen (wie Schlafplätze, Brutkolonien, Zugschnesen) berücksichtigt. Die Erhebung der vogelrelevanten Gebiete im Trassenbereich erfolgte durch Literaturauswertung, Sichtung des Kartenmaterials sowie Fragebögen an gebietskundige und ortsansässige Ornithologen.

#### 4.2 Schritte zur Bestimmung des avifaunistischen Gefährdungspotenzials (AGP)

Wie schon eingangs aufgezeigt, wird die Wahrscheinlichkeit eines Vogelschlags durch den Trassenverlauf und die Art und Häufigkeit der dort anwesenden Vögel bestimmt. Weil beide Größen unabhängig voneinander sind, wurden sie als gebietspezifisches Gefährdungspotenzial (GP) und avifaunistische Bedeutung (AB) des Gebiets separat ermittelt und danach erst zur Bestimmung des AGP zusammengeführt. Dabei sollte das Gefährdungspotenzial (GP) alleine die durch die Lage und den Verlauf der Trasse hervorgerufene Wahrscheinlichkeit eines Leitungsanflugs unabhängig von der Art und Zahl der dortigen Vögel abbilden, während die avifaunistische Bedeutung (AB) die Vogelarten mit ihren art-/gruppenspezifischen Eigenschaften berücksichtigt, die ein erhöhtes Kollisionsrisiko zur Folge haben (s.o.).

*Zur Erfassung des Gefährdungspotenzials (GP) wurden folgende Kriterien herangezogen:*

1. Gebietsbezogene Kriterien:
  - Trasse überspannt Wasserfläche in Durchzugs- oder Rastgebieten
  - Trasse durchschneidet Gebiet
  - Trasse verläuft sehr niedrig relativ zur Umgebung
  - Mehrere Trassen verlaufen nahe beieinander
  - Trasse liegt im Gebiet mit häufig ungünstigen Witterungsbedingungen (über 50 Nebeltage/Jahr, über 1000 Niederschlag/Jahr)
2. Flugrichtungsbezogene Kriterien:
  - Trasse verläuft quer zur Einflugschneise
  - Trasse trennt funktionale Bereiche
  - Trasse verläuft von einem Höhenrücken quer zur Flugrichtung
  - Trasse verläuft quer zur Hauptzugrichtung

#### 3. Sonstige Kriterien:

- Hohes Vogelschlagrisiko aus der Literatur bekannt
- Vogelschlagrisiko aus weiteren Quellen bekannt

#### *Avifaunistische Bedeutung (AB)*

Sie wurde ermittelt aus der für ein definiertes Gebiet typischen und regelmäßig auftretenden Vogelwelt. Dabei fanden nur Arten Berücksichtigung, die aufgrund ihrer Verhaltensphysiologie (in erster Linie Flugverhalten und Sehvermögen) durch Leitungsanflug besonders gefährdet sind.

#### *Avifaunistisches Gefährdungspotenzial (AGP)*

Durch „Verschneiden“ der beiden unabhängigen Größen GP und AB wurde dann das AGP ermittelt. Es beschreibt die Wahrscheinlichkeit des Vogelschlagrisikos abhängig vom Gebiet und seinem Vogelarten-Inventar.

#### 4.3 Ergebnisse

Im Ergebnis konnten nach dieser Methode 171 Gebiete mit 1.428 Spannfeldern und einer Gesamtlänge von 419 Kilometern als kollisionsgefährlich ermittelt werden. Die Schwerpunkträume mit den höchsten AGP-Werten fanden sich erwartungsgemäß in den großen Flusstälern (Rhein, Donau) sowie im norddeutschen Flachland (Dümmer-Gebiet mit weiterer Umgebung). Weitere bedeutsame Gebiete mit größeren Vogelzahlen und höherem Vogelschlagrisiko konnten entlang der großen Nebenflüsse von Rhein und Donau identifiziert werden. Innerhalb der typischen Mittelgebirgslagen erwiesen sich vor allem die regional bedeutsamen Feuchtgebiete und Gewässer sowie Rastplätze von Offenlandarten wie Kranich, Kiebitz und Goldregenpfeifer als relevant, wenn sich dort die Vorkommen akkumulierten und der Trassenverlauf als ungünstig einzustufen war. All diese zur Markierung



mit den neu entwickelten Vogelschutzmarkern vorgeschlagenen Abschnitte (Tab. 1; BERNSHAUSEN et al. 2000) wurden in den Folgejahren durch RWE/Amprion mit Hilfe einer neu entwickelten Methode (Hubschraubereinsatz zur Anbringung der Marker unter Strom) sukzessive und vollständig umgesetzt (s. BERNSHAUSEN et al. 2007, RICHAZ 2019).

## 5. Technischer Hinweis „Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen“ (FNN 2014)

### 5.1 Gründe und Inhalte

Mit der Erarbeitung eines technischen Hinweises „Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen“ durch eine interdisziplinär zusammengesetzte Projektgruppe des FNN sollte eine Grundlage für den Vogelschutz bei diesen Spannungsebenen geschaffen werden, nachdem dieser als Folge des notwendigen Ausbaus v.a. in den Höchstspannungsnetzen im Zuge der Energiewende zunehmend an Bedeutung gewinnt. Der technische Hinweis beschreibt, ähnlich der für die Mittelspannung geltenden VDE-Anwendungsregel (VDE 2011), für

die Hoch- und Höchstspannung eine Vorgehensweise beim Vogelschutz, die von allen Beteiligten akzeptiert wird und vor allem die Planungs- und Genehmigungsprozesse vereinfacht. Im Gegensatz zur Mittelspannung besteht keine gesetzliche Pflicht für Vogelschutzmarkierungen, jedoch ergeben sich Anforderungen aus dem Artenschutz und dem allgemeinen Tötungsverbot.

Die angeführten Hinweise sind verfahrensübergreifend für die Planung neuer Freileitungen mit Nennspannungen ab 110 kV anwendbar. Sie liefern fachliche Vorgaben für die Entscheidung, in welchen Trassenabschnitten Vogelschutzmarkierungen zur Minimierung des Kollisionsrisikos anzubringen sind und auch wo keine Freileitungen aus Sicht des Gebiets- bzw. Artenschutzes errichtet werden sollten. Der technische Hinweis versteht sich als Arbeitsgrundlage für Betreiber von Hoch- und Höchstspannungsnetzen, für Planungsbüros, Behörden und Naturschutzverbände, ersetzt aber in keinem Fall die für die Planungsschritte erforderlichen Einzelfallprüfungen im Rahmen der rechtlichen Vorgaben.

Zu den wichtigsten Inhalten des technischen Hinweises zählen die Beschreibung der Kollisionsrisiken, die Präferenz

**Tabelle 1:** Ergebnisse Avifaunistisches Gefährdungspotenzial (AGP) im Freileitungsnetz RWE/Amprion

Bundesland	Trassen, ges. (km)	Gebiete mit Mark. (n)	SF mit Mark. (n)	Markierung (km)	% gesamt
HE	820	17	91	23	2,8
RLP	2.296	19	142	40	1,7
SA	199	3	20	6	3,0
NS	754	21	258	78	10,4
NRW	6.527	72	581	162	2,5
BW	1.321	28	189	57	4,3
BAY	302	11	147	47	15,7
<b>Summe</b>	<b>12.219</b>	<b>171</b>	<b>1.428</b>	<b>413</b>	<b>3,4</b>

für ein Markierungssystem, die Festlegung auf die Kategorien „Markierung nicht ausreichend“, „Markierung notwendig“ und „Markierung u. U. verzichtbar“, die Zuordnung bestehender Vorkommen/Häufigkeiten von Arten/Artengruppen zu den beiden ersten Kategorien, Empfehlungen von Markierungsabständen sowie die tabellarische Darstellung der vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung von Brut- und Jahresvögeln bzw. von Gastvögeln (nach BERNOTAT & DIERSCHKE, 2016) in fünf Gefährdungsstufen. Die wichtigsten Inhalte werden im Folgenden vorgestellt und abschließend diskutiert.

## 5.2 Vorliegen und Ausschluss eines erhöhten Kollisionsrisikos

Der technische Hinweis stellt fest, dass einem erhöhten Kollisionsrisiko von planungsrelevanten und zugleich hoch anfluggefährdeten Vogelarten grundsätzlich durch eine geeignete Trassenwahl und Trassenausführung zu begegnen ist. Im Hinblick auf Trassenwahl/-ausführung sowie die Erfordernisse von Vogelmarkern lassen sich im Rahmen der Prüfverfahren die jeweiligen Vorhaben folgenden Kategorien zuordnen:

**Kategorie A:** Der Raum und das Vorhaben sind so konfliktträchtig, dass eine Konfliktminimierung / Mortalitätsminderung durch Markierungen nicht ausreicht. Es besteht die Notwendigkeit, räumliche und technische Varianten zu prüfen. Ein Vorhaben kann nur über ein Ausnahmeverfahren genehmigt werden.

**Kategorie B:** Der Raum und das Vorhaben sind konfliktträchtig und erfordern eine Konfliktminimierung/Mortalitätsminderung durch Markierung, wenn eine konfliktärmere Trassenwahl nicht möglich ist.

**Kategorie C:** Der Raum bzw. das Vorhaben sind als konfliktarm einzustufen. Im Interesse des Landschaftsbilds bzw. aus Gründen der Verhältnismäßigkeit kann auf Markierungen verzichtet werden.

Es gilt der Grundsatz, dass europäische Vogelschutzgebiete bei Netzausbaumaßnahmen ausgeschlossen bleiben. Sofern dies nicht möglich ist, muss ein Natura-2000-Screening erfolgen. Wenn dabei festgestellt wird, dass erhebliche Beeinträchtigungen ohne Vermeidungsmaßnahmen mit der fachlich gebotenen und rechtlich notwendigen Sicherheit ausgeschlossen werden können, gilt Kategorie C. In allen anderen Fällen ist eine Natura-2000-Verträglichkeitsuntersuchung erforderlich. Deren Ergebnis führt zur Entscheidung, ob Kategorie A oder B anzuwenden ist. Kann die festgestellte Beeinträchtigung durch Vogelschutzmarkierungen und weitere Maßnahmen unter die Erheblichkeitsschwelle gesenkt werden, so liegt Kategorie B vor. In allen anderen Fällen trifft Kategorie A zu.

Die nachfolgende Zusammenstellung beschreibt die wesentlichen hoch anfluggefährdeten Vogelarten und Artengruppen in ihren Funktionsräumen und ordnet sie den zuvor genannten Kategorien zu. Vielfach liegen diese Räume innerhalb gemeldeter Vogelschutzgebiete (VSG). Ihre gesonderte Nennung ist dennoch erforderlich, weil diese Funktionsräume der Arten nur teilweise von einem VSG erfasst sein können und sicherzustellen ist, dass auch Vorhaben außerhalb des VSG zu keinen erheblichen Beeinträchtigungen für die nach Erhaltungs- und ggf. Entwicklungszielen geschützten Arten führt.

*Als für Freileitungen äußerst/maßgebend unverträgliche Gebiete/Funktionsräume (Kategorie A) sind insbesondere zu nennen:*

- Trappengebiete inklusive 5.000 Meter Puffer<sup>1</sup>,
- letzte Brutvorkommen des Südlichen Goldregenpfeifers inkl. 1.000 Meter Puffer<sup>1</sup>,
- Brutgebiete Große Rohrdommel > fünf rufende Tiere im engeren räumlichen Zusammenhang inklusive 1.000 Meter Puffer<sup>1</sup>,

- bedeutsame Kranich-Sammel(rast)plätze: mit regelmäßig  $\geq 10.000$  Vögeln inkl. 10 Kilometer Puffer, mit regelmäßig 1.000 – 10.000 Tieren inklusive 5 Kilometer Puffer<sup>1</sup> (bei kleineren, regelmäßig genutzten Rastplätzen Vogelschutzmarkierungen erforderlich),
- europäische Vogelschutzgebiete, die für brütende oder rastende Wasservögel und Limikolen ausgewiesen wurden oder die als Schutzzweck Bereiche mit brütenden oder rastenden Wasservögeln oder Limikolen enthalten inkl. fachlich notwendiger Puffer<sup>2</sup>,
- Brutkolonien kollisionsgefährdeter Arten, insbesondere von Möwen, Seeschwalben und Reihern<sup>3</sup>, inkl. fachlich notwendiger Puffer<sup>2</sup>.

*Gebiete, die eine Konfliktminimierung/ Mortalitätsminimierung durch Markierungen erfordern (Kategorie B), sind insbesondere:*

- Brutgebiete von Wiesenlimikolen, soweit diese nicht der Kategorie A zugeordnet wurden,
- regional bedeutsame Brutgebiete relevanter Arten (= planungsrelevante und zugleich hoch anfluggefährdete Vogelarten),
- regional bedeutsame Rastgebiete relevanter Arten (= planungsrelevante und zugleich hoch anfluggefährdete Vogelarten),
- Konzentrationspunkte des Vogelzugs, soweit sie nicht schon als Kategorie A bewertet wurden.

Zur Beurteilung in der Planung sind hierzu noch weitere naturschutzfachliche Parameter hinzuzuziehen.

## 6. Vermeidung und Minimierung

*Als Maßnahmen zur Minderung von Kollisionen werden genannt (European Commission 2014):*

- Reduzierung der Anzahl von Kollisionsebenen (Leiter möglichst in einer Ebene),
- Installation von deutlich sichtbaren Markierungen mit hohem Kontrast (z. B.

schwarz-weiß) und/oder sich bewegende oder reflektierende Vogelabweiser an Erdseilen.

*Als weitere, planerisch unterstützende Maßnahmen zur Minderung des Kollisionsrisikos kommen in Frage:*

- Verschattung der Leitung vor Waldkulisse, ansteigendem Gelände etc., Anlegung oder Aufwertung von Ausweichbiotopen, Rückbau von Leitungen, ggf. Bündelung von Stromtrassen, wenn sich dadurch das Kollisionsrisiko reduzieren lässt (s. Abb. 1),
- Erdverkabelung.

## 7. Effizienzkontrollen zur Wirksamkeit von Vogelmarkern

In verschiedenen Studien wurde durch Vorher-Nachher-Untersuchungen die Wirksamkeit von Vogelmarkern, v.a. der schwarz-weißen beweglichen Marker, ermittelt. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass teilweise eine Wirksamkeit um 90 Prozent und mehr v.a. für die besonders kollisionsgefährdeten Wat- und Wasservögel nachweisbar ist. Von RWE/Amprion beauftragte Studien belegen dies für (arktische) Gänse, Enten, Säger, Taucher, Möwen und Kormoran (BERNSHAUSEN et al. 2014). Fall- und konstellationsbezogen kann jedoch die Wirksamkeit für einige Arten reduziert sein, z.B. auf 60 Prozent bei Tauben in der Lippeau (mehrere Leitungen auf engem Raum, hoher Störungsdruck auf die zahlreich dort vorkommenden Tauben; s. BERNSHAUSEN et al. 2014). Zur aktuellsten Effizienzkontrolle mit umfangreichem biostatistischen Ansatz s. JÖDICKE et al. (2018), JÖDICKE (2019).

<sup>1</sup> Die Nennung der Gebiete mit den Puffern erfolgte durch die LAG VSW.

<sup>2</sup> Die Puffer sind fachgutachterlich festzulegen.

<sup>3</sup> Bei Graureiher und Lachmöwe gilt dies nur für etablierte Kolonien.

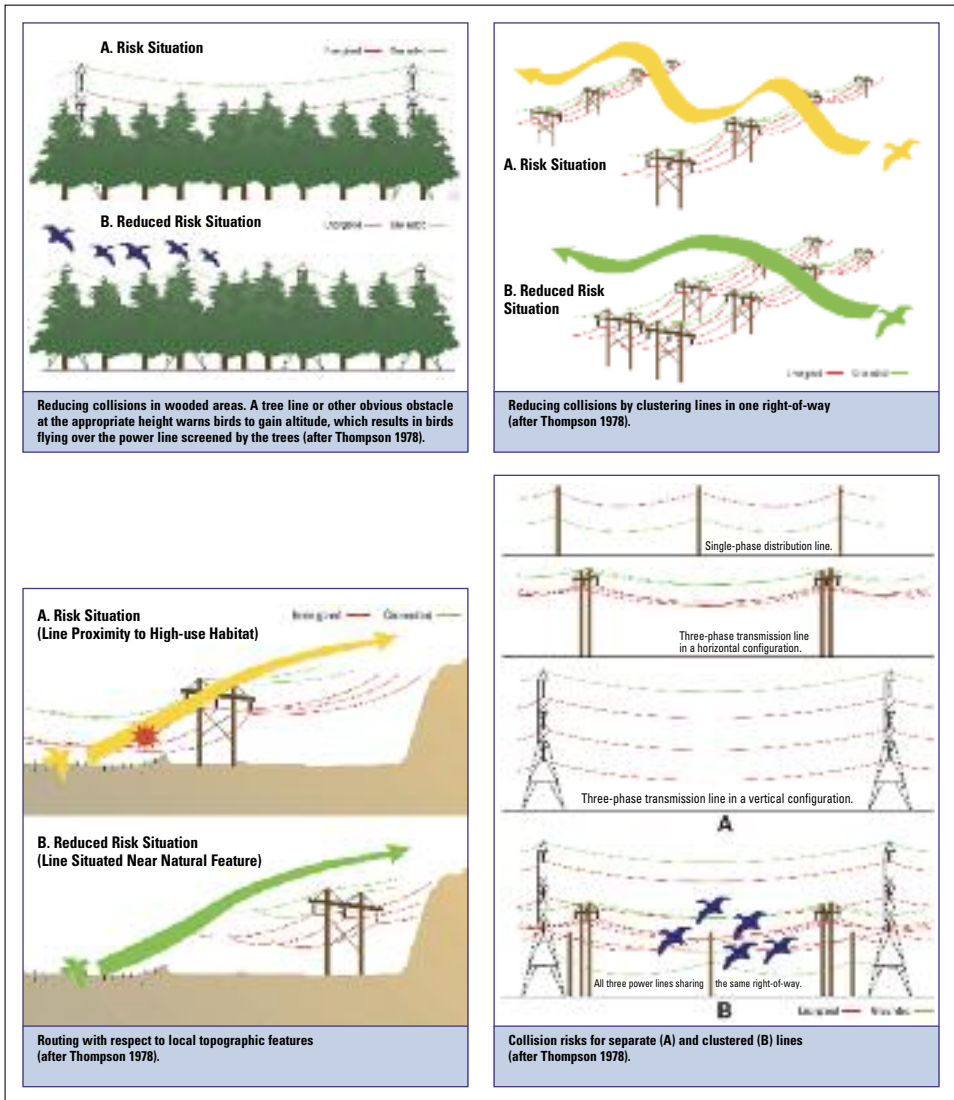


Abb. 1: Planerische/technische Möglichkeiten zur Reduktion des Vogelschlags (aus APLIC 2006).

## 8. Fazit

Weil die Kollisionsgefährdung je nach Art bestimmbar ist, die betroffenen Gebiete hinsichtlich ihrer Konfliktrichtigkeit unterschieden werden können und sich somit das konstellationspezifische Risiko ermitteln lässt, können Vermeidungsmaßnahmen zielgerichtet eingesetzt werden. Daraus ergibt sich eine erhöhte

Planungssicherheit für Behörden und Vorhabenträger bei der Genehmigung von Freileitungsvorhaben. Trotz der nachgewiesenen hohen Wirksamkeit der am Erdseil angebrachten Vogelmarker für einige Arten (gruppen) (s. Tab. 2) ist bei der praktischen Umsetzung dennoch zu beachten, dass

- die Effizienz durch gebiets- oder situationspezifische Besonderheiten zu Abweichungen nach unten führen kann,

- durch engere Abstände zwischen den Markern als die üblichen 25 Meter (s. LAG VSW 2012) sowie eine indirekte Reduzierung von Flugbewegungen durch Reduzierung von Störungen sich die Effizienz steigern lässt,
- Parallelleitungen, v.a. wenn sie nicht auf gleicher Höhe liegen, das Kollisionsrisiko erhöhen,
- neben einer Abschätzung des Kollisionsrisikos durch das AGP im Einzelfall das Vorkommen der Arten und ihr Flugverhalten in Bezug auf die Leitungen zu erfassen ist (nach BERNSHAUSEN et al. 2014).

## 9. Schlussfolgerungen

Das Kollisionsrisiko von Vögeln an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen kann durch planerische (Lage der Freileitung im Raum) und ergänzende technische Maßnahmen wie Leitungskonfiguration und Einsatz von geeigneten Vogelschutzmarkierungen in vielen Fällen deutlich

gemindert werden. Trotz vorliegender Erfolgskontrollen zur Wirksamkeit von Markern besteht jedoch weiterer Untersuchungsbedarf bei Vogelarten, für die noch keine Effizienzkontrollen für die Wirksamkeit der Vogelschutzmarkierungen vorliegen. Auch die Wirksamkeit der gängigen Vogelschutzmarkierungen für Nachtflieger sowie ein eventuell verstärkender Effekt fluoreszierender Markierungen bedürfen noch weiterer Untersuchungen.

Der technische Hinweis gibt bei der Planung neuer Freileitungen den Rahmen für die Entscheidungsfindung vor, wo Vogelschutzmarkierungen zur Minimierung des Kollisionsrisikos anzubringen sind. Er zeigt aber auch auf, wo aus Sicht des Gebiets- bzw. Artenschutzes keine Freileitungen errichtet werden sollten.

Denn durch Erdseilmarkierungen und Leitungskonfigurationen ist nicht immer das Tötungsrisiko einzelner, hoch kollisionsgefährdeter Vogelarten und/oder das Risiko von Kollisionen in allen räumlichen Konstellationen unter der Erheblichkeitsschwelle zu halten.

**Tabelle 2:** Effizienzkontrollen zur Wirksamkeit von Vogelmarkern

Autor	Region	wichtigste Vogelgruppen	Wirksamkeit	Bemerkungen
KOOPS (1997)	Niederlande	Limikolen, Schwäne, Wasservogel	ca. 90 %	Vorher-Nachher-Studie (Kunststoffspiralen in sehr kurzen Abständen [5m])
SÜDMANN (2000)	Unterer Niederrhein	Gänse	ca. 95 %	Vergleich ähnlicher Leitungsabschnitte mit und ohne Markierung
BRAUNEIS et al. (2003)	Sachsen-Anhalt	Gänse, Möwen, Limikolen, Star	> 95 %	Vergleich ähnlicher Leitungsabschnitte mit und ohne Markierung
FANGRATH (2004)	Rheinland-Pfalz	Weißstorch	keine Verluste (> 90 %)	Vorher-Nachher-Studie (Markierung aller Seile)
BERNSHAUSEN et al. (2014)	Alfsee Niedersachsen	Möwen Wasservogel	keine Verluste (> 90 %)	Vorher-Nachher-Studie, Wärmebildkamera und Vogelschlagopfersuche
HARTMAN et al. (2010)	Niederlande	Gänse, Enten, Limikolen, Möwen	Tag: 67 % (Gänse, Enten, Tauben) Nacht: 80 %	Vergleich ähnlicher Leitungsabschnitte mit und ohne Markierung; Wirksamkeit für Nachtflieger
BERNSHAUSEN et al. (2014)	Niedersachsen + Nordrhein-Westfalen	Gänse, Tauben, Möwen, Wasservogel	ca. 90 % bei Tauben ca. 60 %	niedrigere Wirkung bei den Tauben beruhte auf gebietsspezifischen Einflüssen
JOEDICKE et al. (2018)	Untere Elbe	Gänse, Enten, Limikolen, Möwen	bis zu 90 % Gänse	Vergleich ähnlicher Leitungsabschnitte mit und ohne Markierung

Bei sachgerechter Einzelfallprüfung und Abwägung werden beim Vorkommen bestimmter Arten und bestimmter Arten-dichten Gebiete/Räume übrigbleiben, bei denen das Kollisionsrisiko/das Störpotenzial von Freileitungen durch Leitungskonfiguration und/oder Vogelschutzmarkierung nicht ausreichend zu minimieren ist. Solche Flächen sind aus fachlicher Sicht als „Taburäume“ für Freileitungen einzu-stufen. Hier käme allenfalls eine Erdver-kabelung in Frage.

## 10. Literatur

- ALTEMÜLLER, M. J. & M. REICH (1997): Einfluss von Hochspannungsleitungen auf Brutvögel des Grünlandes. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 111–127.
- AVIAN POWER LINE INTERACTION COMMITTEE (APLIC) (2006) Suggested Practices for Avian Protection on Power Lines: The State of the Art in 2006. Edison Electric Institute, APLIC, and the California Energy Commission. Washington, D.C. and Sacramento, CA.
- BERNOTAT, D. & V. DIERSCHKE (2016): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen – 3. Fassung – Stand 20.09.2016, 460 Seiten.
- BERNOTAT, D., C. RICKERT & S. ROGAHN (2019): Bewertung des konstellations-spezifischen Risikos von Freileitungen im Rahmen des europäischen Arten- und Gebietsschutzes. In: Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 86–112.
- BERNSHAUSEN, F., M. STREIN & H. SAWITZKY (1997): Vogelverhalten an Hochspannungsfreileitungen – Auswirkungen von elektrischen Freileitungen auf Vögel in durchschnittlich strukturierten Kulturlandschaften. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 59–92.
- BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, D. UTHER & M. WAHL (2007): Hochspannungsfreileitungen und Vogelschutz: Minimierung des Kollisionsrisikos. Bewertung und Maßnahmen zur Markierung kollisionsgefährlicher Leitungsbereiche. – Naturschutz und Landschaftsplanung 39, 1/2007, S. 5–12.
- BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, K. RICHAZ & S. R. SUDMANN (2014): Wirksamkeit von Vogelabweisern an Hochspannungsfreileitungen – Fallstudien und Implikationen zur Minimierung des Anflugerisikos. NuL 46(4): 107–115.
- BEVANGER, K. (1998) Biological and Conservation Aspects of Bird Mortality Caused by Electricity Power Lines: a Review. Biological Conservation, 86: 67–76.
- BRAUNEIS, W., W. WATZLAW & L. HORN (2003): Das Verhalten von Vögeln im Bereich eines ausgewählten Trassenabschnittes der 110 kV-Leitung Bernburg-Susigke (Bundesland Sachsen-Anhalt). Flugreaktionen, Drahtanflüge, Brutvorkommen. – Ökologie der Vögel. Verhalten – Konstitution – Umwelt. Band 25, Heft 1, November 2003, S. 69–115.
- EUROPEAN COMMISSION (2014): Guidance document on energy transmission infrastructure and Natura 2000 and EU protected species. Final draft April 2014, 128 S.
- FANGRATH, A. (2008): Umsetzung der Markierungsarbeiten an einer 110 kV-Freileitung im Queichtal (Rheinland-Pfalz). – Ökologie der Vögel 26: 295–299.
- FNN (2014): FNN-Hinweis „Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchst-

- spannungsfreileitungen. FNN/VDE 39 S.
- HARTMAN, J. C., A. GYIMESI & H. A. M. PRINSEN (2010): Are bird flaps effective wire markers in a high-tension power line? – Field study of collision victims and flight movements at a marked 150 kV power line (in Dutch). Report nr. 10-082, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- JANSS, G. F. E. (2000) Avian Mortality from Power Lines: a Morphologic Approach of a Species-specific Mortality. *Biological Conservation*, **95**: 353–359.
- JÖDICKE, K., H. LEMKE & M. MERCKER (2018): Wirksamkeit von Vogelschutzmarkierungen an Erdseilen von Höchstspannungsfreileitungen – Ermittlung von artspezifischen Kollisionsraten und Reduktionswerten in Schleswig-Holstein. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* **58 (8)**: 286–294.
- JÖDICKE, K. (2019): Was können Vogelschutzmarkierungen leisten? Erkenntnisse aus der Vogelschlagstudie Schleswig-Holstein. In: *Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen*, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 113–127.
- KOOPS, F. B. J. (1997): Markierung von Hochspannungsfreileitungen in den Niederlanden. – *Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen*; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 276–278.
- LAG VSW (2012): Markierung von Hoch- und Höchstspannungsleitungen – Votum der LAG VSW für die bundesweite Anwendung des Stands der Technik. 1 S.
- MARTIN, G. R. (2011) Review article Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis*, 239–254.
- RICHARZ, K. & M. HORMANN (1997): Wie kann das Vogelschlagrisiko an Freileitungen eingeschätzt und minimiert werden? – Entwurf eines Forderungskatalogs für den Naturschutzvollzug. – *Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen*; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 263–271.
- RICHARZ, K. (2019): Besser schützen durch mehr Wissen und abgestimmtes Vorgehen. In: *Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen*, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 5–24.
- SUDMANN, S. R. (2000): Das Anflugverhalten von überwinterten, arktischen Wildgänsen im Bereich von markierten und unmarkierten Hochspannungsfreileitungen am Niederrhein. Unveröffentlichtes Gutachten Naturschutzzentrum im Kreis Kleve e.V., Juni 2000.
- VDE (2011): VDE-AR-N 4210-11 Vogelschutz an Mittelspannungsleitungen, VDE-Anwendungsregel.

Anschrift des Verfassers:

DIPL.-BIOL. FRANK BERNSHAUSEN,  
TNL,  
Raiffeisenstraße 7, D-35410 Hungen

## Bewertung des konstellationsspezifischen Risikos von Freileitungen im Rahmen des europäischen Arten- und Gebietsschutzes

VON DIRK BERNOTAT, CORINNA RICKERT & SEBASTIAN ROGAHN, Leipzig

*Keywords:* Vögel, Freileitungen, Arbeitshilfe, Leitfaden, Kollisionsrisiko, Artenschutz, Artenschutzprüfung, Tötungsverbot, Tötungsrisiko, Gebietsschutz, Natura 2000, FFH-Verträglichkeitsprüfung, Mortalitäts-Gefährdungs-Index, Bewertungsmethode

*birds, overhead power lines, guideline, guidance, collision risk, species protection according to Art. 12 of the Habitats Directive, prohibition of killing, site protection, Natura 2000, appropriate assessment according to Art. 6 of the Habitats Directive, index of sensitivity to mortality, mortality-threat-index, assessment method*

*Zusammenfassung:* Bei Vorhaben des Netzausbaus sind in zunehmendem Maße die Anforderungen des europäischen Arten- und Gebietsschutzes maßgeblich für die Ausgestaltung und die Genehmigungsfähigkeit eines Vorhabens. Im Kontext von Freileitungsvorhaben ist vor allem eine erhöhte Mortalität infolge des Kollisionsrisikos von Vögeln mit den Leiter- bzw. Erdseilen von besonderer Relevanz. Die Entwicklung der BfN-Methodik zu „Übergeordneten Kriterien zur Bewertung der Mortalität von wildlebenden Tieren im Rahmen von Projekten und Eingriffen“ nach BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) hat maßgeblich dazu beigetragen, Beeinträchtigungen durch Vorhaben auf nachvollziehbare und vergleichbare Weise bewerten zu können. Hiermit können – der bundesverwaltungsgerichtlichen Rechtsprechung entsprechend – auch die relevanten art-, raum- und vorhabenbezogenen Kriterien zur Prüfung signifikant erhöhter Tötungsrisiken bzw. erheblicher Beeinträchtigungen herangezogen werden.

Bezogen auf Freileitungsvorhaben erfolgte eine Konkretisierung dieses Bewertungsrahmens und der methodischen Anforderungen im Rahmen einer neuen BfN-Arbeitshilfe (BERNOTAT et al. 2018). Dabei wurden die Parameter zur Einstufung der Konfliktintensität (KI) eines Vorhabens z. B. hinsichtlich seiner Leitungskonfiguration, zur Bedeutung und Betroffenheit von Gebieten und Arten in Abhängigkeit von der Lage des Vorhabens im Raum im Hinblick auf das konstellationsspezifische Risiko (KSR) praxisbezogen weiterentwickelt. Im Rahmen der Prüfung kann dabei i. d. R. eine fachlich hergeleitete Fokussierung auf die freileitungssensiblen Arten erfolgen. Dazu zählen alle Arten der vMGI-Klassen A und B sowie jene der vMGI-Klasse C, die regelmäßig in Gebieten oder Ansammlungen vorkommen und bei denen daher in diesen Fallkonstellationen erhöhte Betroffenheiten auftreten können. Je höher die vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung einer Art, desto niedriger liegt im Hinblick auf die konstellationsspezifischen Risiken des Einzelfalls die Schwelle für das Eintreten artenschutzrechtlich erhöhter Tötungsrisiken bzw. gebietschutzrechtlich erheblicher Beeinträchtigungen.

Die vorgesehene methodische Herangehensweise und die Anwendung der verschiedenen art-, raum- und vorhabenbezogenen Parameter in der Praxis wird anhand von kurzen Beispielen veranschaulicht.

*Abstract:* Legal requirements concerning the protection of European species and habitats are becoming increasingly important with respect to grid-expansion projects, both in terms of their technical configuration and ability to gain approval and a licence. In the context of overhead power line projects, the potential risk of increased mortality due to birds colliding



*with the conductor cables or earth (“neutral”) wire are of particular relevance. The methodology developed by BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) in “Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität von wildlebenden Tieren im Rahmen von Projekten und Eingriffen” (Overarching criteria for assessing the mortality of wild animals in the context of projects and interventions) and employed by Germany’s Federal Agency for Nature Conservation (Bundesamt für Naturschutz, BfN) has greatly facilitated the ability to assess the negative impacts of projects in a logical and comparable manner. In accordance with the jurisdiction of the Federal Administrative Court, relevant species and locations, as well as project-related criteria, can be used to examine significantly increased mortality risks or significant impacts.*

*With regard to overhead line projects, this evaluation framework and the methodological requirements have been laid down in concrete terms in a new BfN guideline (BERNOTAT et al. 2018). The parameters for classifying the conflict intensity (CI) of a project, e.g. with regard to its line configuration, and the significance of and impact on areas and species in relation to the location of the project in the region were further developed in a practice-oriented manner with a view to the constellation-specific risk (CSR). Within the scope of this examination, it is generally possible to focus on the species most vulnerable to colliding with overhead power lines. These include all species belonging to vMGI classes A and B as well as those of vMGI class C that regularly occur in areas or clusters and may therefore be affected more severely in these case constellations. The higher the project-type-specific sensitivity to mortality (vMGI) of a species, the lower the threshold for the occurrence of increased mortality risks under species protection law or significant impacts under site protection law with regard to the constellation-specific risk (CSR) of the specific case.*

*Brief examples are used to illustrate the recommended methodological approach and the practical application of the various species-, location- and project-related parameters.*

## 1. Einleitung und Hintergrund

Im Rahmen der Bundesfachplanung ist das Bundesamt für Naturschutz (BfN) als Träger öffentlicher Belange gem. § 17 UVPG bei allen länderübergreifenden oder grenzüberschreitenden Vorhaben zum Stromnetzausbau beteiligt. Es ist daher ein Anliegen des BfN, entsprechende Vorhaben nach einem einheitlichen Maßstab prüfen und bewerten zu können.

Aufgrund der sich aus den Maßgaben des europäischen Arten- und Gebietschutzes ergebenden hohen Anforderungen an die erforderlichen naturschutzfachlichen Planungen und Prüfungen von Eingriffen ist hierbei insbesondere auch die Bewertung der Mortalität von Arten von großer Bedeutung. Die Entwicklung der BfN-Methodik zu „Übergeordneten Kriterien zur Bewertung der Mortalität von wildlebenden Tieren im Rahmen von Projekten und Eingriffen“ nach BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) hat maßgeblich dazu

beigetragen, Beeinträchtigungen durch Vorhaben auf vergleichbare Weise bewerten zu können. Inzwischen findet der Methodenansatz regelmäßig im Rahmen von naturschutzfachlichen Prüfungen verschiedener Vorhabentypen Anwendung und wird in Veröffentlichungen und Leitfäden zitiert (z. B. FNN-Hinweise 2014, LAG VSW 2015, LUBW 2015, PETERS et al. 2015, SIMON et al. 2015, RICHARZ 2016, LAU 2016, SÄCHSISCHES LfULG 2017, BICK & WULFERT 2017, ALBRECHT et al. 2017, TLUG Thüringen 2017, RICHARZ & BERNSHAUSEN 2017, DÜRR 2017, KAISER 2018, UHL et al. 2018, JÖDICKE et al. 2018, WULFERT et al. 2018, SPRÖTGE et al. 2018 oder KÖCK & BOVET 2018).

Die BfN-Methodik nach BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) fand zwischenzeitlich auch Eingang in die Rechtsprechung des BVerwG. Im Beschluss des BVerwG vom 08.03.2018 zur B 474n Ortsumgehung Datteln (Az. 9 B 25.17, juris, Rn. 28) verweist das BVerwG in seiner Urteilsbe-

gründung auf die Methodik und äußert sich dabei nicht nur wohlwollend zur MGI-Methodik hinsichtlich der Operationalisierung des artenschutzrechtlichen Signifikanzansatzes, sondern vollzieht auch den in der Begründung zur Novelle des BNatSchG bereits hergestellten Bezug des Gesetzgebers zur MGI-Methodik nach.

Bezogen auf Freileitungsvorhaben erfolgte nun eine Konkretisierung der methodischen Anforderungen der BfN-Methodik nach BERNOTAT & DIERSCHKE (2016), wobei vor allem die Kriterien zur Einstufung der Konfliktintensität (KI) sowie des konstellationsspezifischen Risikos (KSR) praxisbezogen weiterentwickelt wurden. Zur Arbeitserleichterung für die Praxis hat das BfN zudem basierend auf dem vMGI die in Zusammenhang mit Freileitungsvorhaben als planungsrelevant zu betrachtenden Arten abgeleitet. Diese BfN-Liste der freileitungssensiblen Arten ist ebenso wie die oben genannten Konkretisierungen auch in der neuen Arbeitshilfe des BfN zur Beurteilung von Freileitungen im Rahmen des Arten- und Gebietsschutzes (BERNOTAT et al. 2018) enthalten.

Die nachfolgend dargestellten Bewertungsansätze basieren auf dem Vortrag im Rahmen der Tagung zum Thema „Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen“ und fassen die methodischen Grundlagen der BfN-Methodik nach BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) bzw. der BfN-Arbeitshilfe zu Freileitungsvorhaben (BERNOTAT et al. 2018) in komprimierter Weise zusammen.

## 2. Rechtliche Grundlagen

Bei Vorhaben des Netzausbaus sind, wie auch bei anderen Infrastrukturvorhaben wie z. B. der Planung von Windenergieanlagen, in zunehmendem Maße die Anforderungen des europäischen Arten- und Gebietsschutzes maßgeblich für die Ausgestaltung und die Genehmigungsfähigkeit eines Vorhabens.

Das hohe Kollisionsrisiko von Vögeln an den Leiter- bzw. Erdseilen von Freileitungen spielt insbesondere hinsichtlich des artenschutzrechtlichen Tötungsverbots gem. § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG bei der Planung von Freileitungsvorhaben eine hervorgehobene Rolle. In seiner ständigen Rechtsprechung zum sogenannten „Signifikanzansatz“ hat das Bundesverwaltungsgericht das artenschutzrechtliche Tötungsverbot präzisiert (vgl. z. B. Urteil vom 09.07.2008, Az. 9 A 14.07, juris, Rn. 91 oder Urteil vom 08.01.2014, Az. 9 A 4.13, juris, Rn. 99 zu Straßenbauvorhaben oder Urteil vom 06.04.2017, Az. 4 A 16/16, juris, Rn. 73). Danach ist der Tötungsstatbestand nur dann erfüllt, wenn sich das Kollisionsrisiko für eine betroffene Tierart durch das geplante Vorhaben „in signifikanter Weise“ erhöht. In Zusammenhang mit einem Straßenbauvorhaben wurde festgestellt, dass bei einer lebensnahen Betrachtung nie auszuschließen sei, dass einzelne Exemplare besonders geschützter Arten durch Kollisionen, im konkreten Fall mit Kraftfahrzeugen, zu Schaden kommen können. Daher kann nicht jedes einzelne unvermeidbar zu Tode kommende Individuum einer beliebigen Art planerisch und rechtlich gleichermaßen von Bedeutung sein, da Infrastrukturvorhaben andernfalls nur über Ausnahmeverfahren genehmigungsfähig wären und die Ausnahme somit zur Regel würde. Es sei dann nicht von einer Erfüllung des Tötungsverbots auszugehen, wenn das durch ein Vorhaben hervorgerufene Risiko unterhalb der Gefahrenschwelle bleibe, die mit einem Verkehrsweg im Naturraum immer verbunden sei und in einer vergleichbaren Größenordnung liege wie das Risiko von Individuen einer Art, im Rahmen des allgemeinen Naturgeschehens z. B. Opfer einer anderen Art zu werden.

Im Rahmen der FFH-VP gilt es dagegen, mögliche erhebliche Beeinträchtigungen der nach den Erhaltungszielen eines Natura 2000-Gebietes geschützten Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-RL inklusive ihrer charakteristischen Ar-

ten sowie der geschützten Tier- und Pflanzenarten nach Anhang II der FFH-RL bzw. Vogelarten nach Anhang I und Art. 4 Abs. 2 VSchRL einschließlich ihrer Habitate bzw. Standorte auszuschließen. Für die Feststellung der Erheblichkeit einer Beeinträchtigung ist hierbei die „Stabilität“ der Gebietsbestände ein wesentliches Beurteilungskriterium (so BVerwG, Urteil vom 17.1.2007, Az. 9 A 20.05, juris, Rn. 43 f. und BVerwG, Urteil vom 12.3.2008, Az. 9 A 3.06, juris, Rn. 132). Daher sind insbesondere solche Vorhaben als problematisch zu bewerten, bei denen von fortwährenden Individuenverlusten auszugehen ist, da sie die Stabilität der Gebietsbestände erheblich beeinträchtigen können. Hierbei sind entsprechende Individuenverluste nicht nur durch innerhalb eines Natura 2000-Gebietes geplante Vorhaben möglich. Auch geplante Freileitungsvorhaben außerhalb eines Gebietes können erhebliche Beeinträchtigungen der oben genannten Schutzgüter bewirken, wenn durch sie Mortalitätsrisiken (durch unmittelbare Individuenverluste) hervorgerufen werden, die Rückwirkungen auf den Erhaltungszustand bzw. die Stabilität der Gebietsbestände haben (vgl. z. B. Urteil des BVerwG vom 21.01.2016, Az. 4 A 5.14, juris zur Uckermark-Freileitung). Hierbei sind gem. § 34 Abs. 1 BNatSchG auch mögliche kumulative Beeinträchtigungen im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten zu berücksichtigen. Auch eine hohe Vorbelastung kann zu einer Herabsetzung der Erheblichkeitsschwelle führen.

Die Einstufung der vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung hat insofern auch im Rahmen der verschiedenen Prüfinstrumente hinsichtlich der Bewertung von Mortalitätsrisiken eine besondere Bedeutung. Je höher die Mortalitätsgefährdung einer Art ist, desto eher kann der Verlust einzelner Tiere zu signifikanten Auswirkungen führen und somit auch im Rahmen der jeweiligen Rechtsnorm als maßgeblich zu werten sein. Neben der Prüfung der Signifikanz von Tötungsrisi-

ken im Rahmen des artenschutzrechtlichen Tötungsverbots sind hier auch die Bewertung der gebietsschutzrechtlichen Erheblichkeit, die Bewertung der Erheblichkeit von Biodiversitätsschäden in Zusammenhang mit der Umwelthaftung oder das Verschlechterungsverbot nach Wasser-rahmenrichtlinie zu nennen.

Für die Prüfung signifikanter bzw. erheblicher Auswirkungen werden daher in der aktuellen Praxis und Rechtsprechung verschiedene art-, raum- und vorhabenbezogene Kriterien abgeprüft, um die Konkretisierungen der bundesverwaltungsgerichtlichen Rechtsprechung zum Arten- und Gebietsschutzrecht zu berücksichtigen.

Der BfN-Bewertungsansatz von BERNOTAT & DIERSCHKE (2016: 65 ff. oder 148 ff.) bezieht diese art-, raum- und vorhabenbezogenen Kriterien ein und operationalisiert diese nach einem einheitlichen methodischen Vorgehen (vgl. auch weitere Ausführungen in BERNOTAT 2018).

Nachfolgend wird daher die MGI-Methodik kurz zusammengefasst, um anschließend anhand von Praxisbeispielen die Anwendung mit Bezug zu Freileitungsvorhaben zu veranschaulichen.

### **3. BfN-Methodik zur Bewertung der Mortalität**

Der Mortalitäts-Gefährdungs-Index (MGI) des BfN nach BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) wurde im Rahmen eines siebenjährigen Erarbeitungs- und Abstimmungsprozesses entwickelt mit dem Ziel, naturschutzfachlich planungsrelevante Mortalitätsrisiken von weniger bedeutsamen bzw. planerisch vernachlässigbaren Individuenverlusten abzugrenzen.

Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass es in Zusammenhang mit Infrastrukturvorhaben zu unvermeidbaren Verlusten von Individuen kommt. Es ist daher essenziell zu verdeutlichen, in welchen Konstellationen und für welche Arten tendenziell bereits ein Verlust einzel-

ner Individuen als im artenschutzrechtlichen Sinne signifikant erhöht bzw. im gebietsschutzrechtlichen Sinne als erheblich zu werten ist, und bei welchen Arten tendenziell eher nicht. Je empfindlicher eine Art gegenüber anthropogener Mortalität reagiert, desto geringer ist das hinnehmbare Mortalitätsrisiko und desto früher kommt es zu einer signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos bzw. einer erheblichen Beeinträchtigung (BERNOTAT & DIERSCHKE 2016: 16 f.).

Zusammengefasst setzt sich die MGI-Methodik des BfN aus drei Komponenten zusammen, die kurz erläutert werden.

### 3.1 Allgemeine Mortalitäts-gefährdung der Arten (MGI)

Der sogenannte Mortalitäts-Gefährdungs-Index (MGI) dient der Bewertung der allgemeinen Empfindlichkeit von Arten gegenüber anthropogener Mortalität. Er setzt sich zusammen aus dem Populationsbiologischen Sensitivitäts-Index (PSI), der alle relevanten autökologischen und populationsbiologischen Kriterien wie z. B. natürliche Mortalitätsraten und Reproduktionsparameter umfasst, sowie dem Naturschutzfachlichen Wert-Index (NWI), der etablierte naturschutzfachliche Parameter zur allgemeinen Gefährdung und Sensitivität einer Art wie z. B. Gefährdung nach Roter Liste, Seltenheit und Erhaltungszustand berücksichtigt. Anhand einer Matrix werden beide Indices in sechs Hauptklassen zusammengeführt und bilden den Mortalitäts-Gefährdungs-Index (MGI), der somit die allgemeine Empfindlichkeit bzw. Gefährdung einer Art gegenüber anthropogener Mortalität abbildet.

Ein entsprechender MGI wurde bislang für alle heimischen Brut- und Gastvogel-, Fledermaus-, Reptilien- und Amphibienarten, für die meisten sonstigen Säugetierarten sowie – primär unter FFH-rechtlichen Gesichtspunkten ausgewählte – Wirbellosenarten erarbeitet.

Aufgrund relativ geringer natürlicher Mortalitäts- und Reproduktionsraten, relativer Langlebigkeit, kleiner Bestandsgrößen, allgemein hoher Gefährdung, ungünstiger Erhaltungszustände etc. weisen Arten der MGI-Klassen I oder II eine sehr hohe bzw. hohe Mortalitätsgefährdung auf. Hierzu zählen z. B. Großvögel wie Adler, Störche oder Großstrappe aber auch z. B. große Raubsäuger wie Luchs, Wildkatze oder Schweinswal und Kegelrobbe. Auch typische K-Strategen wie die Große oder die Kleine Hufeisennase zählen hierzu. Daher liegt die Erheblichkeits- bzw. Signifikanzschwelle für Individuenverluste bei Arten der MGI-Klassen I und II sehr niedrig.

Für Arten, die u. a. aufgrund ihrer bereits natürlicher Weise hohen Mortalitäts- und Reproduktionsraten, ihrem geringen Lebensalter, der großen Bestände und aufgrund günstiger Erhaltungszustände bzw. fehlender allgemeiner Gefährdung den MGI-Klassen IV bis VI zugeordnet sind, kann dagegen eine relative Robustheit gegenüber einzelnen projektbedingten Individuenverlusten angenommen werden. Hier liegt die Erheblichkeits- bzw. Signifikanzschwelle dementsprechend höher. Dies betrifft vor allem viele häufige Insekten sowie kleine, weit verbreitete Singvögel („Allerweltsarten“) und ausgeprägte r-Strategen wie z. B. Mäuse oder Wildkaninchen, die in ihrer gesamten Autökologie auf relativ hohe Verlustzahlen eingestellt sind.

### 3.2 Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung (vMGI)

Unterschiedliche Vorhabentypen betreffen aufgrund ihrer vorhabentypspezifischen Auswirkungen im Hinblick auf das Kollisionsrisiko z. T. verschiedene Arten oder Artengruppen unterschiedlich stark. Diese projektspezifischen Charakteristika sind im Rahmen von gebiets- und artenschutzrechtlichen Planungen zu berücksichtigen.

sichtigen. Beispielsweise unterscheidet sich das Tötungsrisiko bei Vögeln an Windkraftanlagen (WEA), Freileitungen und Straßen wesentlich. Ebenso sind die Kollisionsrisiken bei Fledermäusen für hoch im Luftraum jagende Arten an WEA „sehr hoch“, an Straßen i. d. R. jedoch nur „gering“.

In einer zweiten Komponente wurde daher der vorhabentypspezifische Mortalitäts-Gefährdungs-Index (vMGI) ermittelt. Das hierzu zunächst ermittelte vorhabentypspezifische Tötungsrisiko beruht auf Kenntnissen zur Biologie und zum Verhalten der Arten (u. a. Manövrierfähigkeit, Körpergröße, Sehvermögen oder Flugverhalten) sowie Angaben zu Totfundzahlen in Abhängigkeit vom Vorhabentyp, die in einer umfangreichen Recherche aus deutschen und europäischen Quellen zusammengetragen wurden. Zusätzlich fanden Skalierungen von Fachveröffentlichungen sowie eigene Einschätzungen Eingang in die Bewertung. Im Ergebnis erfolgte eine Bewertung auf einer 5-stufigen Skala.

In einem nächsten Schritt erfolgte die Aggregation des so ermittelten vorhabentypspezifischen Tötungsrisikos mit dem allgemeinen Mortalitäts-Gefährdungs-Index (MGI) zum 5-klassigen (A-E) vorhabentypspezifischen Mortalitäts-Gefährdungs-Index. Dieser gibt die spezielle Mortalitätsgefährdung einer Art gegenüber einem bestimmten Vorhabentyp an. Grundsätzlich gilt, dass eine Art umso

anfälliger gegenüber projektbedingter Mortalität ist, je höher ihre vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung ist. Für alle heimischen Vogelarten erfolgte eine Einstufung des vMGI jeweils für die Gefährdung an Freileitungen, an Windenergieanlagen und an Straßen sowie für das Stromtodrisiko an Mittelspannungsleitungen.

### 3.3 Bewertungsansatz aus vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung der Art und konstellationsspezifischem Risiko des Vorhabens

Mit Hilfe einer dritten Komponente ist es möglich, konkrete Fälle unter Einbeziehung verschiedener vorhaben- und raumbezogener Konstellationen des Einzelfalls nach einem einheitlichen Ansatz zu bewerten.

Hierzu werden „Schwellen“ für das konstellationsspezifische Risiko (KSR) festgelegt, ab dem abhängig von der vMGI-Klasse einer Art von einem signifikant erhöhten Tötungsrisiko bzw. einer erheblichen Beeinträchtigung auszugehen ist. Hierbei gilt, dass die Schwelle des KSR eines Vorhabens für die Verwirklichung gebiets- oder artenschutzrechtlicher Tatbestände im jeweiligen Einzelfall umso niedriger ist, je höher die vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung einer Art ist (Tab. 1).

**Tabelle 1:** Bewertungsansatz unter Berücksichtigung von vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung und konstellationsspezifischem Risiko (aus BERNOTAT & DIERSCHKE 2016: 146).

Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung der Art				
A: Sehr hohe Gefährdung =>	B: Hohe Gefährdung =>	C: Mittlere Gefährdung =>	D: Geringe Gefährdung =>	E: Sehr geringe Gefährdung =>
i.d.R. /schon bei geringem konstellationsspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	i.d.R. /schon bei mittlerem konstellationsspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	im Einzelfall/bei mind. hohem konstellationsspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	i.d.R. nicht/nur bei sehr hohem konstellationsspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	i.d.R. nicht/nur bei extrem hohem konstellationsspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant

Bezogen auf den Vorhabentyp der Freileitungen wurden weiterführende Angaben und Konkretisierungen unter besonderer Berücksichtigung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Leitungen erarbeitet (BERNOTAT et al. 2018).

#### 4. Bewertung des konstellationsspezifischen Risikos von Freileitungsvorhaben

Die Einstufung des konstellationsspezifischen Risikos im Einzelfall erfolgt immer unter Berücksichtigung verschiedener vorhaben- und raumbezogener Parameter. Hierzu zählen die konkrete Konflikintensität des Vorhabens, die betroffenen Individuenzahlen bzw. die Nutzungsfrequenz in einem Gefährdungsbereich, die Entfernung des Vorhabens sowie ggf. vorgesehene Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen in Abhängigkeit von ihrer Wirksamkeit. Sofern eine eindeutige Einstufung für einzelne Parameter nicht möglich ist – z. B. auf vorgelagerten Planungsebenen – und eine tiefergehende Sachverhaltsermittlung nicht durchführbar ist, sollte eine vorsorgliche Einstufung vorgenommen werden, insbesondere in Zusammenhang mit den europarechtlichen Prüfnormen des Gebiets- und Artenschutzes.

Anhand der gutachterlichen Einstufung der erforderlichen Parameter ergibt sich eine Kriterienkonstellation. Diese beschreibt, basierend auf einer konsistenten Skalierung, das konstellationsspezifische Risiko (KSR) des konkreten Vorhabens. Die Skalierung sieht eine Einstufung des KSR von „extrem hoch“ bis „sehr gering“ vor. Für die artbezogene Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens anhand des konstellationsspezifischen Risikos liegen entsprechende Ergebnistabellen vor (BERNOTAT & DIERSCHKE 2016). Aus ihnen kann abgelesen werden, in welche Gefährdungsklasse der vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung eine Art eingestuft wird und ob aufgrund des ermittelten konstellationsspezifischen Risikos von

einer Verbotsrelevanz auszugehen ist, da die dort genannte Schwelle des KSR erreicht bzw. überschritten wird.

Da für Arten der vMGI-Klasse A bereits ein „geringes“ konstellationsspezifisches Risiko als planungs- bzw. verbotsrelevant einzustufen ist, würde z. B. ein „mittleres“ konstellationsspezifisches Risiko zu einer Schwellenüberschreitung um zwei Stufen führen. Für Arten der vMGI-Klasse C dagegen, für die erst ab einem „hohen“ konstellationsspezifischen Risiko von einer Planungs- bzw. Verbotsrelevanz auszugehen ist, würde dagegen ein „mittleres“ konstellationsspezifisches Risiko zu keiner Überschreitung der entsprechenden Schwelle führen.

Zusätzlich können Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Schadensbegrenzung wie z. B. Vogelschutzmarker berücksichtigt werden, sofern artspezifische Minderungswirkungen geltend gemacht werden können.

Den jeweiligen Kriterien werden Ziffern von 1 bis 3 zugeordnet, die die Ausprägungsstufe des Parameters innerhalb seiner Skalierung gem. BERNOTAT et al. (2018) verdeutlichen. Sie dienen der besseren Nachvollziehbarkeit des Bewertungsrahmens und es wurden entsprechende Hilfstabellen entwickelt, um die Anwendung in der Praxis zu erleichtern.

##### 4.1 Bedeutung und Betroffenheit von Gebieten und Arten (Individuenzahlen)

Die Betroffenheit von z. B. Vögeln ergibt sich aus der Häufigkeit bzw. Aktivität von Tieren im Gefahrenbereich des Vorhabens, der Größe und Bedeutung von Brut- oder Rastgebieten, Ansammlungen oder Kolonien sowie ggf. der Frequentierung und Bedeutung von Zugrouten oder Flugwegen. Die Bewertung der Aktivität, Dichte bzw. Nutzungsintensitäten hat hierbei artspezifisch zu erfolgen, wobei eine Fokussierung auf die Arten der Mortalitätsgefährdungsklassen A-C zweck-

**Tabelle 2:** Zentrale Beispiele für mögliche Parameter zur Einstufung des konstellationsspezifischen Risikos des Leitungsanflugs von Vögeln (nach BERNOTAT & DIERSCHKE 2016: 157).

abnehmende Konfliktintensität			
	<b>3 hoch</b>	<b>2 mittel</b>	<b>1 gering</b>
<b>Betroffene Individuenzahl</b>	Etabliertes Trappen-Brut-/ Wintereinstandsgebiet inkl. Korridore	Gelegentliches Trappen-Brut-/ Wintereinstandsgebiet inkl. Korridore	Ehemaliges Trappen-Brut-/ Wintereinstandsgebiet (mit Wiederbesiedlungspotenzial)
<b>Betroffene Individuenzahl</b>	Großes Limikolen-/ Wasservogel-Brutgebiet (ggf. von landesweiter bis nationaler Bedeutung)	Kleineres Limikolen-/ Wasservogel-Brutgebiet (ggf. von lokaler bis regionaler Bedeutung)	
<b>Betroffene Individuenzahl</b>	Großes Gänse-/ Schwäne-/ Kranich-/ Limikolen-/ Wasservogel-Rastgebiet (ggf. von landesweiter bis nationaler Bedeutung)	Kleineres Gänse-/ Schwäne-/ Kranich-/ Limikolen-/ Wasservogel-Rastgebiet (ggf. von lokaler bis regionaler Bedeutung)	
<b>Betroffene Individuenzahl</b>	Große Brutvogelkolonie, Schlafplatz- oder sonstige Ansammlung (einer Art mit mind. mittlerer vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung)	Kleine Brutvogelkolonie, Schlafplatz- oder sonstige Ansammlung (einer Art mit mind. mittlerer vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung)	Brutplatz eines Brutpaares (einer Art mit mind. hoher vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung)
<b>Frequentierung v. Flugwegen / Bedeutung räumlich-funktionaler Beziehungen</b>	Flugweg hoher Frequentierung (z.B. Hauptflugkorridore zw. Schlafplätzen und Nahrungshabitaten bei Kranichen, Gänsen, Schwänen)	Flugweg mittlerer Frequentierung (z.B. regelmäßig genutzte Flugwege zw. Schlafplätzen und Nahrungshabitaten bei Kranichen, Gänsen, Schwänen)	Flugweg geringer Frequentierung
<b>Konfliktintensität der Freileitung (vgl. hierzu Tab. 5)</b>	Hohe Konfliktintensität (z.B. Freileitungsneubau mit hoher Leiteranzahl auf unterschiedlichen Höhen, z.B. Mehrebenenmast; ggf. unter Berücksichtigung von Kumulation, Bündelung und Vorbelastung)	Mittlere Konfliktintensität (z.B. Freileitungsneubau mit geringer Leiteranzahl, z.B. Einebenenmast; ggf. unter Berücksichtigung von Kumulation, Bündelung und Vorbelastung)	Geringe Konfliktintensität (z.B. Nutzung Bestandsleitung mit Anpassung durch Masterhöhung und zusätzliche Leiterseile; ggf. unter Berücksichtigung von Kumulation, Bündelung und Vorbelastung)
<b>Entfernung des Vorhabens</b>	Inmitten oder unmittelbar angrenzend	Im zentralen Aktionsraum	Im weiteren Aktionsraum
<b>Maßnahmen zur Minderung / Schadensbegrenzung</b>	Geringe bis mäßige Minderungswirkung (z. B. Abrücken aus dem unmittelbaren Gebiet / Umfeld)	Mittlere bis hohe Minderungswirkung (z. B. Abrücken außerhalb des zentralen Aktionsraums)	Sehr hohe Minderungswirkung (z. B. Abrücken außerhalb des weiteren Aktionsraums oder Trassierung als Erdkabel)
<b>Maßnahmen zur Minderung / Schadensbegrenzung</b>	Geringe bis mäßige Minderungswirkung (z. B. Anbringung von Vogelschutzmarkierungen bei Arten, für die nach LIESENJOHANN et al. (2019) nur geringe bis mäßige Wirkungsgrade anzunehmen sind)	Mittlere bis hohe Minderungswirkung (z. B. Anbringung von Vogelschutzmarkierungen bei Arten, für die nach LIESENJOHANN et al. (2019) mittlere bis hohe Wirkungsgrade anzunehmen sind)	Sehr hohe Minderungswirkung (z. B. Anbringung von Vogelschutzmarkierungen bei Arten, für die nach LIESENJOHANN et al. (2019) sehr hohe Wirkungsgrade anzunehmen sind)

mäßig ist. Die Einschränkung auf Arten mit einer mindestens „mittleren“ Mortalitätsgefährdung (vMGI-Klasse C) ist erforderlich, um nicht Ansammlungen von Arten planerisch zu problematisieren, die nur eine untergeordnete vorhabentyp-spezifische Mortalitätsgefährdung aufweisen. Für Arten der vMGI-Klasse C ist i. d. R. eine Berücksichtigung von Gebieten und Ansammlungen ausreichend und eine Betrachtung von Einzelbrutpaaren verzichtbar, da es bei diesen i. d. R. zu keinen signifikant erhöhten Risiken kommt. Daher zählen nur jene Arten der vMGI-Klasse C zu den freileitungssensiblen Arten, die auch grundsätzlich bzw. regelmäßig in Gebieten und/oder Ansammlungen vorkommen.

Prinzipiell ist davon auszugehen, dass vorhabenbedingte Kollisionsrisiken umso eher als signifikant erhöht bzw. erheblich einzustufen sind, je mehr Individuen einer Art betroffen sind bzw. je häufiger eine Freileitung durch Vögel gequert wird. Dementsprechend erfolgt zur Einstufung des konstellationsspezifischen Risikos eine Differenzierung von Artvorkommen in Gebiete bzw. Ansammlungen sowie Einzelbrutplätze und eine Unterscheidung der Bedeutung von Flugwegen mit unterschiedlicher Frequentierung (vgl. Tab. 2).

Hinsichtlich der verschiedenen Gebietskategorien und Ansammlungen ist zunächst eine Abgrenzung bzw. Unterscheidung von „großen“ und „kleinen“ Ansammlungen erforderlich. Sofern bereits vorhanden bzw. möglich, sollten hierbei die gängigen Kategorien „nationale“, „landesweite“, „regionale“ oder „lokale“ Bedeutung berücksichtigt werden. Dies ist ein für planerische Bewertungen seit Jahren etabliertes und bewährtes Vorgehen (z. B. WILMS et al. 1997, FNN 2014, LAG VSW 2015).

So liegen beispielsweise für das Land Niedersachsen entsprechende Bewertungsskalen und eine Abgrenzung der für Brut- und Gastvögel wertvollen Bereiche vor und können bei den Landesbehörden abgerufen werden (KRÜGER et al. 2010,

BEHM & KRÜGER 2013). Auch in anderen Bundesländern wie z. B. Nordrhein-Westfalen (SUDMANN et al. 2017) und Thüringen (TLUG 2017) wurden bereits Schwellenwerte für (Wasservogel)-Rastbestände festgelegt, um avifaunistisch bedeutsame Gebiete von regionaler bzw. landesweiter Bedeutung auszuweisen. Die Grundlage dieser Werte bilden oftmals die in langjährigen Erfassungsprogrammen wie z. B. den landesweiten Wasservogel-, Gänse- und Möwenzählungen erhobene Daten.

Allgemeine oder gruppenübergreifende „avifaunistische Funktionsgebiete“ ggf. unter Übernahme der in einem anderen Kontext zugewiesenen Bedeutung z. B. von „avifaunistisch bedeutsamen Gebiete (ABG)“ sind dagegen nicht uneingeschränkt geeignet. Auch hier sind ausschließlich die in der MGI-Methodik definierten Brut- und Rastgebietskategorien freileitungssensibler Arten relevant, um eine sachgerechte Ableitung des konstellationsspezifischen Risikos (KSR) zu gewährleisten.

Die Vorkommen von landesweiter und nationaler Bedeutung sind in der Regel bekannt. Eine Abgrenzung von lokal bzw. regional bedeutenden Vorkommen ist je nach Region bzw. Bundesland ggf. fachgutachterlich vorzunehmen. Dabei sollten die entsprechenden Bewertungsmaßstäbe sowie die Individuenzahlen und Bestände des jeweiligen Bundeslandes berücksichtigt werden. Grundsätzlich ist klarzustellen, dass nicht jedes Gewässer mit Vorkommen von z. B. Stockente, Teichhuhn und Blässhuhn als lokal bedeutendes Wasservogelbrutgebiet anzusehen ist. Vielmehr ist dann von einer lokalen bis regionalen Bedeutung eines Brutbestands auszugehen, wenn sie hinsichtlich der Artenzusammensetzung und/oder der vorkommenden Individuenzahlen von einer gegenüber der „Normallandschaft“ hervorgehobenen Bedeutung sind.

Die BfN-Liste der Gebiete und Vorkommen „freileitungssensibler Arten“ setzt sich zusammen aus einer Tabelle zu



Gebieten, Ansammlungen und Flugwegen der zu berücksichtigenden Arten inkl. der zugehörigen Orientierungswerte zu zentralen und weiteren Aktionsräumen (Tab. 3) sowie einer Tabelle zu Brutplätzen bzw. Brutvorkommen der Arten, für die auch Einzelbrutnachweise vorhabenrelevant sind, einschließlich der ihnen zugeordneten Orientierungswerte zu zentralen und weiteren Aktionsräumen (Tab. 4).

**Großstrappen** (*Otis tarda*) sind in Deutschland sehr selten und vom Aussterben bedroht. Es sind daher sowohl Brut- als auch Wintereinstandsgebiete zu berücksichtigen, wobei zwischen etablierten Gebieten, gelegentlich genutzten Gebieten und ehemals genutzten Gebieten mit noch vorhandener Habitateignung zu unterscheiden ist. Zudem sind Flugkorridore zwischen den Einstandsgebieten zu beachten. Aktuell sind nur drei Brutgebiete der Art bekannt, die ebenso wie die Flugkorridore bei den zuständigen Landesämtern in Sachsen-Anhalt und Brandenburg bzw. den Vogelschutzwarten oder dem Förderverein Großstrappenschutz abgefragt werden können.

Als **Brutgebiete** sind Limikolen- und Wasservogelbrutgebiete zu betrachten. Entsprechende Brutgebiete mit landesweiter oder nationaler Bedeutung sind i. d. R. ebenfalls bekannt und sind bei den zuständigen Landesämtern und Vogelschutzwarten abzurufen. Kartierungen sind daher hauptsächlich für die Identifizierung von lokal bis regional bedeutsamen Gebieten notwendig. Dafür sind meist halbquantitative Erhebungen (in Klassen) von potenziell relevanten Wasservogel- und Limikolenbrutgebieten ausreichend. Eine Identifizierung solcher näher zu betrachtenden Gebiete ist z. T. auch sehr gut über Habitatpotenzialanalysen möglich.

Darüber hinaus sind im Hinblick auf die Kollision mit Freileitungen vor allem **Brutkolonien** von Reiherern oder Möwen, Seeschwalben, Löfflern oder Pelagen und somit Arten mit einer mind. mittleren Mortalitätsgefährdung planerisch zu berücksichtigen. Von einer Brutkolonie wird

dann gesprochen, wenn sich mehrere Individuen einer oder mehrerer Arten an einem Ort zu einer gemeinsamen Brut versammeln. Eine Differenzierung zwischen großen und kleinen Brutkolonien muss grundsätzlich artbezogen erfolgen, da es hinsichtlich der Individuenzahlen einer Kolonie abhängig von der Art große Unterschiede gibt.

In Zusammenhang mit naturschutzfachlichen Planungen und Prüfungen sind im Hinblick auf Gastvögel in erster Linie Vorkommen innerhalb von **Rastgebieten** zu prüfen, da es sich bei diesen um regelmäßig genutzte und räumlich abgrenzbare Bereiche handeln muss. Zufällig bzw. unregelmäßig durch Rastvögel genutzte Bereiche können dagegen planerisch nicht entsprechend berücksichtigt werden. Im Rahmen der Bewertung von Vorkommen in Rastgebieten ist jeweils die Mortalitätsgefährdung der einzelnen Arten ausschlaggebend.

Bei **Schlafplatzansammlungen** handelt es sich, ähnlich wie bei Brutkolonien, um eine Aggregation mehrerer Individuen einer oder mehrerer Arten, wobei es sich hier um nicht brütende Tiere während der Zugzeit handelt. Planerisch relevant in Bezug auf Kollisionen an Freileitungen sind insbesondere regelmäßige Ansammlungen von Kranichen, Gänsen, Schwänen, Milanen, Weihen, Seeadlern, Sumpfohreulen, Schwarz- und Weißstörchen, Reiherern oder Möwen und somit Arten mit mind. mittlerer Mortalitätsgefährdung. Eine regelmäßige Nutzung und räumliche Abgrenzbarkeit der Ansammlungen sind dabei planerische Voraussetzung. Eine Unterscheidung von großen und kleinen Ansammlungen muss auch hier artspezifisch erfolgen. Die Schlafplatzansammlungen von an Gewässer gebundenen Arten sind Dank der alljährlich stattfindenden Wasservogelzählungen gut dokumentiert. Gegebenenfalls dennoch erforderliche Schlafplatzzählungen können halbquantitativ (in Größenklassen) ermittelt werden, um Aussagen zur Größe und Bedeutung des Schlafplatzes abzuleiten.

**Tabelle 3:** Gebiete, Ansammlungen und Flugwege freileitungssensibler Arten sowie Orientierungswerte zu zentralen und weiteren Aktionsräumen.

<b>Prüfparameter des konstellationsspezifischen Risikos</b>	<b>zentraler Aktionsraum / Puffer (in m)</b>	<b>weiterer Aktionsraum / Prüfbereich (in m)</b>
<b>Europäische Vogelschutzgebiete</b> mit besonders kollisionsgefährdeten Arten (A-C) im Schutzzweck		mind. 6.000 <sup>1</sup>
<b>Trappengebiete</b> Brut- / Wintereinstandsgebiete + Korridore dazwischen (etablierte Gebiete und gelegentlich genutzte Gebiete)	3.000	5.000
<b>Wasservogel-Brutgebiete</b> (z.B. von Enten, Gänsen, Schwänen, Rallen, Tauchern) kleineres (ggf. v. lok.-reg. Bed.) / großes (ggf. v. landesw.-nat. Bed.)	500	1.000
<b>Limikolen-Brutgebiete</b> kleineres (ggf. v. lok.-reg. Bed.) / großes (ggf. v. landesw.-nat. Bed.)	500	1.500
<b>Kranich-Rastgebiete</b> kleineres (ggf. v. lok.-reg. Bed.) / großes (ggf. v. landesw.-nat. Bed.)	500	1.500
<b>Rastgebiete von Gänsen u. Schwänen</b> kleineres (ggf. v. lok.-reg. Bed.) / großes (ggf. v. landesw.-nat. Bed.)	500	1.500
<b>Limikolen-Rastgebiete</b> kleineres (ggf. v. lok.-reg. Bed.) / großes (ggf. v. landesw.-nat. Bed.)	500	1.500
<b>Wasservogel-Rastgebiete</b> (z.B. von Enten, Tauchern, Rallen) kleineres (ggf. v. lok.-reg. Bed.) / großes (ggf. v. landesw.-nat. Bed.)	500	1.000
<b>Brutkolonien von:</b>		
<b>Möwen</b> kleinere / große Kolonien	1.000	mind. 3.000
<b>Seeschwalben</b> kleinere / große Kolonien	1.000	mind. 3.000
<b>Reihern</b> und <b>Löfflern</b> kleinere / große Kolonien	1.000	mind. 3.000
<b>Pelagen</b> kleinere / große Kolonien	1.000	mind. 3.000
<b>Regelmäßige Schlafplatzansammlungen von:</b>		
Kranichen, kleinere Ansammlungen (ggf. v. lok.- reg. Bedeutung)	1.000	3.000
Kranichen, große Ansammlungen (ggf. v. landesw. Bed. / 1.000–10.000 Ind. bis nat. Bed. / > 10.000 Ind.)	3.000	5.000 10.000

Tabelle 3 Fortsetzung

Prüfparameter des konstellationsspezifischen Risikos	zentraler Aktionsraum / Puffer (in m)	weiterer Aktionsraum / Prüfbereich (in m)
<b>Regelmäßige Schlafplatzansammlungen von:</b>		
Gänsen/Schwänen, kleinere (ggf. v. lok.-reg. Bed.) / große (ggf. v. landesw.-nat. Bed.)	1.000	3.000
Greifvögeln (Milane*, Weihen, Seeadler) u. Sumpfohreulen	1.000	3.000
Schwarzstörchen kleinere / große Ansammlungen	1.000	3.000
Weißstörchen kleinere / große Ansammlungen	1.000	2.000
Reihern (z.B. Grau-, Silber-, Purpurreiher) kleinere / große Ansammlungen	1.000	3.000
Möwen (z.B. Silber-, Lach-, Sturm-, Heringsmöwe) kleinere / große Ansammlungen	1.000	3.000
<b>Sonstige Ansammlungen wie z. B. Balzgebiete von:</b>		
Raufußhühnern	1.000	2.000
Limikolen (z.B. Kampfläufer)	1.000	1.500
<b>Flugwege hoher Frequentierung / Bedeutung</b> (z.B. Hauptflugkorridore zw. Schlafplätzen und Nahrungshabitaten bei Kranichen, Gänsen, Schwänen)	liegen i.d.R. innerhalb der <b>Prüfbereiche</b> und sind in bestimmten Fällen durch <b>Raumnutzungsanalysen</b> zu erfassen	
<b>Flugwege mittlerer Frequentierung / Bedeutung</b> (z.B. regelmäßig genutzte Flugwege zw. Schlafplätzen und Nahrungshabitaten bei Kranichen, Gänsen, Schwänen)		
<b>Flugwege geringer Frequentierung / Bedeutung</b>		

Zur Einordnung, welche Arten in Wasservogel-/Limikolen-Brutgebieten bzw. -Rastgebieten vorkommen oder für die regelmäßige und räumlich klar verortbare Ansammlungen (z.B. Balzplätze, Schlaf-/Sammelplätze, Mausegewässer) existieren, wird auf **Anhänge 4 und 5** der BfN-Arbeitshilfe verwiesen.

<sup>1</sup> Wert dient als Prüfbereich zur Identifikation potentiell prüfpflichtiger Vogelschutzgebiete. Im Zuge der weiteren Prüfung sollen jedoch die nachfolgenden art- und gebietsbezogenen Kriterien und Werte herangezogen werden. Zusätzlich ist auszuschließen, dass im weiteren Umkreis bis 10.000 m ein Kranich-Rastgebiet mit > 10.000 Individuen vorkommt (siehe auch unter regelmäßige Schlafplatzansammlungen).

\* Art ist Profiteur von Freileitungen, da Masten regelmäßig als künstliche Schlafplätze genutzt werden.

**Tabelle 4:** Brutplätze/Brutvorkommen freileitungssensibler Arten und Orientierungswerte zu zentralen und weiteren Aktionsräumen.

Brutvogelarten und deren vMGI	zentraler Aktionsraum (in m)	weiterer Aktionsraum (in m)
Großtrappe (A)	3.000	5.000
Weißstorch (B)	1.000	mind. 2.000
Schwarzstorch (B)	3.000	mind. 6.000
Kranich (B)	500	1.000
Purpurreiher (A) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Nachtreiher (A) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Rohrdommel (B)	500	1.000
Zwergdommel (B)	500	1.000
Löffler (B) <sup>2</sup>	500	mind. 3.000
Goldregenpfeifer (A)	500	mind. 1.000
Triel (A)	500	mind. 1.000
Großer Brachvogel (A)	500	1.000
Uferschnepfe (A)	500	1.000
Kampfläufer (A)	500	1.000
Seeregenpfeifer (A)	500	1.000
Kiebitz (A) gilt auch für regelmäßige Brutvorkommen in Ackerlandschaften, soweit sie mindestens von regionaler Bedeutung sind	500	1.000
Alpenstrandläufer (A)	500	1.000
Flussuferläufer (A)	500	1.000
Sandregenpfeifer (A)	500	1.000
Steinwälzer (A)	500	1.000
Bekassine (A)	500	1.000
Rotschenkel (B)	500	1.000
Austernfischer (B)	500	1.000
Bruchwasserläufer (B)	500	1.000
Auerhuhn (A)	1.000	2.000
Birkhuhn (A)	1.000	2.000
Alpensneehuhn (B)	1.000	2.000
Singschwan (A)	500	1.000
Bergente (A)	250	500
Moorente (B)	250	500
Pfeifente (B)	250	500
Knäkente (B)	250	500

Tabelle 4 Fortsetzung

Brutvogelarten und deren vMGI	zentraler Aktionsraum (in m)	weiterer Aktionsraum (in m)
Krickente (B)	250	500
Löffelente (B)	250	500
Tafelente (B)	250	500
Spießente (B)	250	500
Ohrentaucher (A)	250	500
Rothalstaucher (B)	250	500
Zwergsumpfhuhn (B)	250	500
Tüpfelsumpfhuhn (B)	250	500
Kleines Sumpfhuhn (B)	250	500
Wachtelkönig (B)	500	1.000
Zwergmöwe (A) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Lachmöwe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Mantelmöwe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Steppenmöwe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Dreizehenmöwe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Raubseeschwalbe (B)	1.000	mind. 3.000
Lachseeschwalbe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Flusseeschwalbe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Trauerseeschwalbe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Zwergseeschwalbe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Brandseeschwalbe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Küstenseeschwalbe (B) <sup>2</sup>	1.000	mind. 3.000
Fischadler *(B)	1.000	4.000
Steinadler (A)	3.000	6.000
Seeadler (B)	3.000	6.000
Schreiadler (B)	3.000	6.000
Schelladler (B)	3.000	6.000
Basstöpel (B)	1.000	mind. 3.000
Eissturmvogel (B)	1.000	mind. 3.000

**Gelb:** Durch die Berücksichtigung der neu vorliegenden SPEC-Kriterien (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2017) und neuer Roter Listen einzelner Bundesländer ergaben sich für einzelne Brut- und Gastvogelarten Änderungen beim MGI und somit auch beim vMGI. Entsprechende Änderungen sind gelb gekennzeichnet.

<sup>2</sup> In der Regel nur in Kolonien.

\* Art ist Profiteur von Freileitungen, da Masten regelmäßig als künstliche Brutplätze genutzt werden.

Neben Brutkolonien und Schlafplatzansammlungen bilden **Balzgebiete** eine weitere Form bewertungsrelevanter Ansammlungen. Bei Raufußhühnern und einigen Limikolenarten handelt es sich dabei um essenzielle und tradierte Ansammlungen, die von zentraler Bedeutung für das Brutgeschehen sind. Solche Balzplätze sind i. d. R. nicht mit den Brutplätzen gleich zu setzen, stehen mit diesen aber meist in enger Verbindung. Auch Schwerpunktorkommen oder Dichtezentren einer Art können als Ansammlung definiert werden und dann prüferelevant sein, sofern es sich hierbei um eine entsprechend räumlich eng abgrenzbare Agglomeration von Individuen handelt. Dichtezentren sind Gebiete mit hohen Brutvogeldichten einer Art, die in Anlehnung an das Helgoländer Papier (LAG VSW 2015) unabhängig von der konkreten Lage der aktuellen Brutplätze einer Art berücksichtigt werden können. Großräumige Dichtezentren z. B. von Greifvögeln sind dagegen nicht ohne Weiteres als entsprechende räumliche Kategorie im Sinne der MGI-Methodik zu verstehen.

Neben Brut- und Rastgebieten sind für Arten mit mindestens „hoher“ vorhabentypspezifischer Mortalitätsgefährdung (vMGI-Klassen A und B) auch einzelne **Brutplätze** relevant. Dies gilt, in Anlehnung an das Helgoländer Papier (LAG VSW 2015), auch für regelmäßige Brutvorkommen des Kiebitz in Ackerlandschaften, wenn diese von mind. regionaler Bedeutung sind. Befinden sich einzelne Brutplätze innerhalb z. B. eines Wasservogel- oder Limikolenbrutgebiets, sind die Gebietsbewertungen vorrangig zu berücksichtigen, da diese – unter Berücksichtigung der jeweiligen Artvorkommen – als die höherwertige Kategorie zum strengeren Bewertungsergebnis führen. Mithilfe von Brutvogelatlantanten wie z. B. ADEBAR (GEDEON et al. 2014) ist es zudem möglich, anhand der räumlichen Verbreitungsgebiete der Arten eine Abschätzung bezüglich der möglichen Brutvorkommen zu treffen. Hierdurch lässt sich in Kombination

mit Habitatpotenzialanalysen der Ermittlungsumfang hinsichtlich des zu untersuchenden Artenspektrums und der Größe der Untersuchungsräume deutlich reduzieren.

Darüber hinaus können für die Bewertung der Betroffenheit von Vögeln durch Freileitungen **Flugwege** und deren Frequentierung herangezogen werden. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich grundsätzlich um regelmäßig genutzte Verbindungsachsen handeln muss. Bei Flugwegen ist für die Bewertung zwischen hoher, mittlerer und geringer Frequentierung bzw. Bedeutung zu unterscheiden. Von einer hohen Frequentierung bzw. Bedeutung ist z. B. für die Hauptflugkorridore zwischen Schlafplätzen und Nahrungshabitaten bei Kranichen und Gänsen auszugehen. Entsprechende Flugwege liegen i. d. R. im zentralen oder weiteren Aktionsraum der Arten bzw. Ansammlungen und können ggf. durch Raumnutzungsanalysen erfasst werden.

Ansammlungen von Vögeln bzw. Gebiete von nationaler bis landesweiter Bedeutung bzw. Vorkommen von seltenen Arten sind i. d. R. bekannt und können bei den zuständigen Landesbehörden bzw. Vogelschutzwarten abgefragt werden. Kartierungen können daher allenfalls zur Identifikation von Ansammlungen bzw. Gebieten mit lokaler bis regionaler Bedeutung erforderlich werden.

Sofern Erfassungen von Brut- oder Rastgebieten, Brutkolonien, Schlafplatzansammlungen, Balzplätzen, Brutplätzen einzelner Arten oder Flugwegen erforderlich werden, sind die Kartierungen entsprechend vorhandener Methodenstandards (z. B. SÜDBECK et al. 2005, ALBRECHT et al. 2015 und der Länderleitfäden) ggf. halbquantitativ durchzuführen.

#### 4.2 Entfernung bzw. Raumbezug des Vorhabens

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass ein Leitungsvorhaben nur dann Relevanz im Hinblick auf arten- oder gebiets-

schutzrechtliche Tatbestände entfalten kann, wenn es sich innerhalb des Aktionsraums einer freileitungssensiblen Art befindet. Hierbei ist anzunehmen, dass das Kollisionsrisiko von Individuen einer Art umso höher ist, je näher sich die Freileitung zum Artvorkommen befindet, da dann von einer entsprechend höheren Nutzung bzw. Frequentierung des Raums ausgegangen werden muss.

Für die Bewertung des konstellationspezifischen Risikos wird daher zwischen Freileitungsvorhaben „inmitten“ eines Gebiets bzw. einer Ansammlung bzw. „unmittelbar angrenzend“ zu einem Brutplatz (3), „im zentralen Aktionsraum“ einer Art (2) bzw. „im weiteren Aktionsraum“ einer Art (1) unterschieden.

Der Begriff „inmitten“ bezieht sich, in Bezug zu einem Realisierungsort eines Vorhabens, auf eine Gebietskategorie (z. B. Brut- oder Rastgebiet). Als „unmittelbar angrenzend“ wird dagegen primär die unmittelbare Umgebung um einen Neststandort bzw. Brutplatz verstanden. In diesem Bereich finden verstärkt Revierabgrenzung und -verteidigung statt, es wird Nistmaterial gesammelt und die Jungen werden z. B. als Ästlinge flügge. Entsprechend muss die Abgrenzung des unmittelbaren Nahbereichs zum Nest artspezifisch in Abhängigkeit von der Störungsempfindlichkeit erfolgen. Erfolgen Vorhaben „unmittelbar angrenzend“, ist von einem unmittelbaren Einfluss auf das Brutgeschehen bzw. den Brutplatz auszugehen. Durch eine Betroffenheit der Aktionsräume ergibt sich dagegen primär eine Gefährdung aufgrund der Mobilität der Tiere. Die Unterscheidung des „zentralen“ und „weiteren“ Aktionsraums ergibt sich aufgrund der anzunehmenden Raumnutzungsfrequenz, die im zentralen Umfeld eines Artvorkommens naturgemäß deutlich höher ist als im weiteren Umfeld. Die Unterscheidung erfolgt in Anlehnung an die Hinweise der LAG VSW (2015), sind jedoch nicht mit dem obligatorischen Mindestabstand bzw. Tabubereich gleich zu setzen, sondern vielmehr ein Parameter

zur Bestimmung des vorhabentypspezifischen Kollisionsrisikos.

Die Werte zum „zentralen“ und „weiteren“ Aktionsraum setzen dabei bei Brut- oder Rastgebieten an deren Außengrenzen an. Bei Brutpaaren (und z. B. auch Kolonien) bilden die Werte dagegen Aktionsräume um einen Brutplatz bzw. eine Kolonie ab. Grundsätzlich sind für die Beurteilung des Aktionsraums auch die artspezifischen Habitatpräferenzen und die konkrete räumliche Habitatnutzung einzubeziehen. Erhöhte Kollisionsrisiken können sich in einem Raum nur dann ergeben, wenn dieser auch durch die Art frequentiert wird. Bereiche innerhalb des potenziellen Aktionsraums einer Art, die weder als Teilhabitat nutzbar sind noch regelmäßig durchflogen werden, um z. B. zu benachbarten Teilhabitaten zu gelangen, werden räumlich zu keinen signifikant erhöhten Kollisionsrisiken führen.

Im Rahmen differenzierter Sachverhaltsermittlungen anhand von Habitatpotenzial- bzw. Raumnutzungsanalysen können zudem Informationen gewonnen werden, die innerhalb des Bewertungssystems insbesondere für die Konkretisierung des raumbezogenen Parameters des Abstands geeignet sind und die kreisförmige Bewertung durch die Aktionsräume ersetzen können.

Die hierdurch identifizierten genutzten Teilhabitate sind je nach Habitateignung und Nutzungsfrequenz in Analogie zur Grundmethodik des räumlichen Parameters als hoch (3), mittel (2) oder gering (1) konfliktträchtig zu bewerten.

Zum Beispiel kann bei einem Weißstorch-Brutpaar, das nachweislich eine klare Nutzungspräferenz der westlich des Brutplatzes gelegenen Feuchtlebensräume in der Aue aufweist und die östlich des Brutplatzes gelegenen Ackerbereiche der Hochterrasse nur gelegentlich nutzt, der räumliche Parameter ggf. so abgebildet werden, dass den westlichen Bereichen des Aktionsraums eine hohe Nutzungsfrequenz (3) und den östlichen Bereichen des Aktionsraums eine geringe Nutzungsfre-

quenz (1) zugewiesen wird. Je nach Lage der geplanten Freileitung würde dies dann das konstellationsspezifische Risiko erhöhen oder reduzieren.

Eine differenzierte Kenntnis zur Raumnutzung von Arten kann auch in einem zweiten Schritt zur differenzierteren Betroffenheitsanalyse von Arten genutzt werden. So ist z. B. bei einem großen bzw. landesweit bedeutsamen Wasservogelbrutgebiet, das im zentralen Aktionsraum (2) durch ein Vorhaben betroffen ist, das konstellationsspezifische Risiko bewusst unter Berücksichtigung der Bedeutung des Brutgebiets (3) zu ermitteln. Wenn aber für eine bestimmte Art innerhalb des Brutgebiets ein Vorkommen aufgrund der Habitatstrukturen und der Kartiererergebnisse nachweislich nur in einem weit entfernten Uferbereich außerhalb des weiteren Aktionsraums (-) möglich ist und räumlich-funktionale Beziehungen nicht bestehen, so könnte diese Art mit ihrem vMGI aus der Prüfung einer Schwellenüberschreitung für das Gebiet mangels Betroffenheit herausgenommen werden.

Hinsichtlich der Prüfung möglicher (erheblicher) Beeinträchtigungen eines Natura 2000-Gebietes in seinen maßgeblichen Gebietsbestandteilen, ist für die Prüfung räumlich der „weitere Aktionsraum“ der in den Erhaltungszielen bzw. dem Schutzzweck des Gebiets genannten freileitungssensiblen Arten maßgeblich. Bei Vorhaben in größerer Entfernung sind i. d. R. keine erheblichen Beeinträchtigungen zu erwarten. Im konkreten Fall bedarf es jedoch zusätzlich einer Überprüfung, ob Anhaltspunkte vorliegen, die abweichende Einstufungen erfordern. Falls Hinweise auf weiterreichende räumlich-funktionale Beziehungen vorliegen, sind diese zu berücksichtigen. Bei Arten, bei denen dies regelmäßig relevant sein kann, wurden die „weiteren Aktionsräume“ in Tab. 4 mit dem Zusatz „mindestens“ gekennzeichnet.

Aufgrund vertiefter Kenntnisse u. a. zur Raumnutzung der Arten kann sich

das konstellationsspezifische Risiko reduzieren, wenn sich plausibel darlegen lässt, dass sich die maßgeblichen z. B. landesweit bedeutenden Limikolenbrutgebiete nachweislich nur in einem Bereich des Vogelschutzgebiets befinden, nachdem das Vorhaben außerhalb (-) oder maximal innerhalb des weiteren Aktionsraums (1) der Vögel liegt.

Für artenschutzrechtliche Prüfungen kann der Untersuchungsrahmen i. d. R. basierend auf den weiteren Aktionsräumen der im Untersuchungsgebiet potenziell vorkommenden Arten abgegrenzt werden.

#### 4.3 Bestimmung der Konfliktintensität von Freileitungsvorhaben

Für die Bewertung der Konfliktintensität werden das Mast-Design bzw. die Mast-Leitungskonfiguration herangezogen. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, ob es sich ggf. nur um die Anpassung einer Bestandsleitung oder einen Neubau einer Freileitung handelt. Als maßgebliche Parameter fließen die Anzahl der Leitungsebenen, die Anzahl der Erd- und Leiterseile und deren Abstand zueinander, eine Bündelung von Leiterseilen, die Höhe der Leitung bzw. Masten, die Breite der Traverse bzw. Leiterseilebene sowie eine mögliche Berücksichtigung natürlicher Überflughilfen im Rahmen der Feintrassierung in die Bewertung ein.

Basierend auf den Leitungsklassen der SUP-Methodik (z. B. BNetzA 2015) und unter Berücksichtigung einer gebiets- und artenschutzrechtlich erforderlichen Konkretisierung wurde anhand dieser Parameter eine Bewertung verschiedener Ausbaukategorien von Freileitungsvorhaben vorgenommen. Es erfolgt eine Bewertung der Konfliktintensität auf einer fünfstufigen Skala von „in der Regel nicht relevant“ (-) über „sehr gering“ (0), „gering“ (1), „mittel“ (2) bis „hoch“ (3) (vgl. Tab. 5).

Neubauvorhaben sind aufgrund der Schaffung neuer Barrierewirkungen als die



konfliktträchtigsten Ausbaukategorien anzusehen. Beim Neubau einer Freileitung mit Mehrebenenmasten und mehreren Leiterseilebenen ist entsprechend von einer „hohen“ Konfliktintensität (3) auszugehen. Erfolgt der Neubau dagegen mit Einebenenmasten, so dass sich die Höhe der Leitung insgesamt sowie die Anzahl der Leiterseilebenen reduziert, ist eine „mittlere“ Konfliktintensität (2) des Vorhabens anzusetzen. Kann durch Verwendung eines Kompaktmast-Designs die Höhe und Breite sowie der Abstand zwischen Leiter- und Erdseil zusätzlich verringert werden, kann für ein Neubauvorhaben ggf. auch eine „geringe“ Konfliktintensität (1) angemessen sein.

Bei einem Ersatzneubau einer Freileitung mit geringen oder punktuellen Masterhöhungen und/oder geringen Zubeisungen ist ebenfalls von einer „geringen“ Konfliktintensität (1) auszugehen. Sind bei einem Ersatzneubau dagegen deutliche, großräumige Masterhöhungen und mehrere zusätzliche Leiterseile mit einer zusätzlichen Leiterseilebene zu erwarten, ist eine „mittlere“ Konfliktintensität (2) anzusetzen, da sich die Barrierewirkung für Vögel und somit das Kollisionsrisiko erhöht. Ergibt sich aufgrund der Planung des Ersatzneubaus einer Bestandsleitung mit Mehrebenenmasten durch Einebenenmasten eine tatsächliche Reduktion der Leiterseilebenen und der Höhe der Freileitung, reduziert sich die Konfliktintensität des Vorhabens dagegen auf „sehr gering“ (0). Gleiches gilt, sofern bei einem Ersatzneubau mittels Mehrebenenmasten eine bisher parallel geführte zweite Leitung auf dem neuen Gestänge mitgenommen werden kann, so dass nach Umsetzung des Vorhabens nur noch eine statt zwei Freileitungen vorhanden sind.

Die unveränderte Nutzung einer Bestandsleitung ist i. d. R. als konfliktärmste Variante anzusehen, so dass die Konfliktintensität als in der Regel „nicht relevant“ (-) eingestuft wird. Auch bei einer Zubeisung ohne Überspannung von Gewäs-

sern oder vergleichbaren Habitaten und ohne Mastneubau ist i. d. R. nicht von einer signifikanten Konfliktintensität (-) auszugehen, hierbei sind jedoch mögliche kumulative Wirkungen anderer Vorhaben zu berücksichtigen. Kommt es in Folge einer Zubeisung auf einer bisher nicht belegten Traverse zu einer Überspannung von Gewässern oder vergleichbaren Habitaten mit häufigem Auffliegen oder Landen von Vögeln, ist aufgrund des erhöhten Kollisionsrisikos mind. von einer „sehr geringen“ Konfliktintensität (0) auszugehen. Müssen bei der Nutzung einer Bestandsleitung punktuelle Umbauten erfolgen oder sogar mehrere Masten ersetzt werden und/oder es kommt zu einer deutlichen und großräumigen Erhöhung und zusätzlichen Leiterseilen, kann sich auch eine „geringe“ (1) oder sogar „mittlere“ (2) Konfliktintensität ergeben.

Eine ausführliche Darstellung der verschiedenen Ausbaukategorien ist in BERNOTAT et al. (2018) nachzulesen.

#### 4.4 Berücksichtigung der vorhaben- und raumbezogenen Parameter zur Ableitung des konstellationsspezifischen Risikos

Unter Berücksichtigung der konkreten Einstufung der einzelnen Parameter „Individuenzahl/Flugweg“, „Entfernung“ und „Konfliktintensität“ kann für ein Freileitungsvorhaben das konstellationsspezifische Risiko bestimmt werden. Hierfür wurde eine 6-stufige Skala von einem „extrem hohen“ bis zu „keinem“ Risiko entwickelt und die verschiedenen Parameter-Konstellationen von Freileitungsvorhaben zusammenfassend in einer Tabelle dargestellt (BERNOTAT et al. 2018).

Bei einem Freileitungsneubau mit Mehrebenenmasten und entsprechend mehreren Leiterseilebenen, für den von einer hohen Konfliktintensität (3) ausgegangen werden muss, ergibt sich bei Durchführung inmitten (3) eines großen

**Tabelle 5:** Freileitungsvorhabentypen und deren Konfliktintensität hinsichtlich Leitungskollision (BERNOTAT et al. 2018: 81 f.)

Freileitungsvorhabentyp	Konfliktintensität	Begründung
<u>Nutzung Bestandsleitung</u> ohne Änderungen (lediglich Wartung, Unterhaltung)	i.d.R. nicht relevant (-)	Nutzung Bestandsleitung, keine zusätzlichen Leiterseile, keine zusätzliche Leiterseilebene, kein oder max. vereinzelt Mastneubau und / oder Masterhöhung bzw. Verbreiterung der Traverse
<u>Nutzung Bestandsleitung</u> mit geringfügigen Anpassungen (Umbeseilung ohne Mastneubau, ohne zusätzliche Seile)		
<u>Nutzung Bestandsleitung</u> mit Zubeseilung, aber ohne Mastneubau (keine neue Ebene und keine Überspannung)	i.d.R. nicht signifikant (-) <sup>1</sup>	Nutzung Bestandsleitung, kein Mastneubau, zusätzliche Leiterseile, aber keine zusätzliche Leiterseilebene und keine Überspannung von Gewässern oder vergleichbaren Habitaten mit häufigem Auffliegen / Landen
<u>Nutzung Bestandsleitung</u> mit Zubeseilung, aber ohne Mastneubau (mit neuer Ebene oder mit Überspannung)	sehr gering (0*)	Nutzung Bestandsleitung, kein Mastneubau, zusätzliche Leiterseile und zusätzliche Leiterseilebene oder Überspannung von Gewässern oder vglb. Habitaten mit häufigem Auffliegen / Landen
<u>Ersatzneubau</u> eines Mehrebenenmastes unter Mitnahme einer bestehenden (bisher parallel geführten) Leitung auf das neue Gestänge	sehr gering (0*)	Neubau der Leitung mit zusätzlichen Leiterseilen, i.d.R. gewisse Masterhöhung und eine zusätzliche Leiterseilebene, aber in Summe nur noch eine Freileitung, ein Erdseil bzw. eine Seilebene weniger <sup>2</sup>
<u>Ersatzneubau</u> eines Mehrebenenmastes im Kompaktmast-Design, sofern niedriger und schmaler	sehr gering (0*)	Neubau der Leitung mit zusätzlichen Leiterseilen, i.d.R. gewisse Masterhöhung und eine zusätzliche Leiterseilebene, aber in Summe nur noch eine Freileitung, ein Erdseil bzw. eine Seilebene weniger <sup>2</sup>
<u>Ersatzneubau</u> eines Mehrebenenmastes als Einebenenmast	sehr gering (0*)	Neubau der Leitung, Reduktion der Leiterseilebenen, Reduktion der Höhe, Verbreiterung der Traverse
<u>Nutzung Bestandsleitung</u> mit punktuellen Umbauten (z. B. Neubau einzelner Masten, ggf. zusätzliche Leiterseile, teilweise Masterhöhungen)	sehr gering (0*) bis gering (1)	Nutzung Bestandsleitung, vereinzelter Mastneubau und ggf. geringe Masterhöhung und/oder geringe Zubeseilung; bei mehreren neu zu bauenden Masten und/oder deutlichen Masterhöhungen und/oder deutlicher Zubeseilung ist im Einzelfall auch von einer geringen KI (1) auszugehen <sup>3</sup>
<u>Ersatzneubau</u> i.d.R. ohne Masterhöhungen und ohne zusätzliche Leiterseile	gering (1)	Neubau der Leitung, keine zusätzliche Leiterseilebene, max. einzelne und nur geringe Masterhöhungen oder wenige zusätzliche Leiterseile <sup>3</sup>
<u>Ersatzneubau</u> mit deutlichen Masterhöhungen und/oder zusätzlichen Leiterseilen	gering (1) bis mittel (2)	Neubau der Leitung, mit geringen oder punktuell deutlichen Masterhöhungen und/oder geringer Zubeseilung; bei deutlichen, großräumigen Masterhöhungen und mehreren zusätzlichen Leiterseilen bis zu einer zusätzlichen Leiterseilebene ist von einer mittleren KI (2) auszugehen <sup>3</sup>

Tabelle 5 Fortsetzung

Freileitungsvorhabentyp	Konfliktintensität	Begründung
Neubau eines Einebenenmastes im Kompaktmast-Design, sofern niedriger und schmaler	gering (1) bis mittel (2)	Neubau einer Leitung mit einer neuen Leiterseilebene, aber geringe Höhe, Breite und geringer Abstand zwischen Erd- und Leiterseil
Neubau mit Einebenenmast	mittel (2)	Neubau einer Leitung mit einer Leiterseilebene und zwei Erdseilen mit geringem Abstand zur Leiterseilebene
Neubau eines Mehrebenenmastes im Kompaktmast-Design, sofern niedriger und schmaler	mittel (2)	Neubau einer Leitung mit mehreren neuen Leiterseilebenen, aber geringe Höhe, Breite und geringer Abstand zwischen Erd- und Leiterseil
Neubau eines Mehrebenenmastes (2-3 Leiterseilebenen + Erdseil)	hoch (3)	Neubau einer Leitung mit mehreren neuen Leiterseilebenen

(-): Bei der Nutzung der Bestandsleitung ist die Zubeseilung prüfgegenständlich und wird in diesen Ausprägungen i. d. R. als nicht relevant erachtet und nicht über die Beurteilung des konstellationsspezifischen Risikos (KSR) bewertet.

(0\*): Für diese Freileitungsvorhaben ist insbesondere im Zusammenhang mit arten- und gebietsschutzrechtlichen Prüfungen entsprechend der MGI-Methodik des BfN eine Prüfung des konstellationsspezifischen Risikos vorzunehmen, wobei die Konfliktintensität mit 0 zu bewerten ist.

(1): Geringe Konfliktintensität des Vorhabens im Rahmen des KSR.

(2): Mittlere Konfliktintensität des Vorhabens im Rahmen des KSR.

(3): Hohe Konfliktintensität des Vorhabens im Rahmen des KSR.

<sup>1</sup> Bei der Nutzung der Bestandsleitung ist die Zubeseilung prüfgegenständlich. Sofern die Zubeseilung zum einen in der Vertikalen zu keiner weiteren Leiterseilebene führt und zum anderen in der Horizontalen zu keiner Überspannung von Gewässern (oder vergleichbaren Habitaten) mit häufigem Aufliegen oder Landen von Vögeln, dann kann sie als i. d. R. nicht signifikante Erhöhung des Kollisionsrisikos gewertet und auf eine Beurteilung über das KSR verzichtet werden. Hierbei ist zu beachten, dass auch eine für sich genommen nicht erhebliche Beeinträchtigung in der Kumulation mit anderen Vorhaben zu erheblichen Beeinträchtigungen führen kann. Eine Zubeseilung, die jedoch zu einer neuen Leiterseilebene oder zu einer (zunehmenden) Überspannung o. g. Habitats führt, ist mindestens mit der Konfliktintensität 0\* in das KSR einzustellen und durchzuprüfen.

<sup>2</sup> Je nach Ausprägung der mitgeführten und der neu konzipierten Leitung sind auch höhere Reduktionseffekte bei der Konfliktintensität vorstellbar (z. B. wenn die Mitnahme ohne zusätzliche Leiterseilebenen oder in Form eines Einebenenmastes realisiert wird).

<sup>3</sup> Zusätzliche Risikoerhöhungen treten auf, wenn durch Masterhöhungen eine bisherige strukturelle Überflughilfe z. B. durch Waldkulissen oder eine bisherige Synchronisation mit einer gebündelten, parallel verlaufenden Leitung verloren geht.

Kranich-Rastgebiets nationaler Bedeutung (3) im Ergebnis ein „extrem hohes“ (9) konstellationsspezifisches Risiko. Ohne Zweifel stellt dieses Beispiel ein Worst-Case-Szenario dar. Für einen Ersatzneubau einer Freileitung mit nur geringen oder punktuellen Masterhöhungen bzw. Zubeseilungen ist dagegen von einer geringen Konfliktintensität (1) auszugehen, so dass sich bei Durchführung des Vorhabens im weiteren Aktionsraum (1) eines Brutplatzes eines Brutpaares einer freileitungssensiblen Art (1) wie z. B. dem

Kiebitz nur ein „sehr geringes“ (3) konstellationsspezifisches Risiko ergibt.

Maßnahmen zur Schadensbegrenzung sind hierbei zunächst unberücksichtigt.

#### 4.5 Berücksichtigung von Maßnahmen zur Minderung und Schadensbegrenzung

Sowohl bezüglich des artenschutzrechtlichen Tötungsverbots, der gebietsschutzrechtlichen Verträglichkeitsprüfung

als auch der Eingriffsregelung besteht das grundsätzliche Erfordernis, Vermeidungsmaßnahmen vorzusehen. Ziel einer Prüfung der potenziellen Verwirklichung eines Verbotstatbestandes ist es daher, durch geeignete Vermeidungs- bzw. Schadensbegrenzungsmaßnahmen das konstellationspezifische Risiko so weit zu senken, dass die Schwelle einer signifikanten Erhöhung des Kollisionsrisikos nicht mehr überschritten wird. Dabei bestehen hohe Anforderungen hinsichtlich der nachgewiesenen artspezifischen Wirksamkeit der Maßnahme sowie der Eignung im konkreten Fall (vgl. z. B. BVerwG, 14.07.2011, Az.: 9 A 12.10, juris, Rn. 99 ff., BVerwG, 09.02.2017, Az.: 7 A 2.15, juris, Rn. 226). Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Wirksamkeit einer Maßnahme bereits zum Zeitpunkt der Genehmigungserteilung nachweisbar ist (vgl. z. B. Urteil des EuGH v. 26.04.2017, Rs. C-142/16). Es kann daher nur im Einzelfall entschieden werden, ob die vorgesehenen Vermeidungs- bzw. Schadenbegrenzungsmaßnahmen die Verwirklichung von Verbotstatbeständen oder den Eintritt einer erheblichen Beeinträchtigung eines Natura 2000-Gebietes mit ausreichender Gewissheit verhindern können. Für Freileitungsvorhaben kann z. B. für viele Vogelarten eine Reduktion des konstellationspezifischen Kollisionsrisikos durch Anbringung von Vogelschutzmarkierungen am Erdseil angenommen werden. Die Wirkung entsprechender Markierungen des Erdseils ist jedoch nicht für alle Arten gleichermaßen erwiesen. Zudem reicht eine entsprechende Markierung nicht in allen Konfliktkonstellationen bzw. Räumen aus, um eine Verwirklichung gebiets- bzw. artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände zu verhindern (vgl. z. B. FNN-Hinweis 2014, BERNOTAT et al. 2018).

Um hinsichtlich der artspezifischen Wirksamkeit von Markern konkretisierende Hinweise für die Praxis zu erarbeiten, wurde vom BfN ein F+E-Vorhaben zur „Wirksamkeitsanalyse unterschiedlicher Vogelschutzmarker“ vergeben, in dem dif-

ferenzierte Auswertungen und Analysen durchgeführt und ein Fachkonventionsvorschlag für die artspezifische Einschätzung der Markerwirksamkeit für alle freileitungssensiblen Vogelarten erarbeitet wurde. Hierfür wurden neben einer umfassenden Literaturliteraturauswertung (nationaler und internationaler Quellen) und einer Auswertung zentraler artspezifischer Kriterien (u. a. zu Sehphysiologie, Körperbau, Flugverhalten) auch eine schriftliche fragebogenbasierte Expertenkonsultation, ein Expertenworkshop und eine abschließende Expertenabstimmung zur Konventionsbildung durchgeführt (vgl. LIESENJOHANN et al. 2019). Aufgrund der hohen Nachfrage bereits vor sowie unmittelbar nach Veröffentlichung des Berichts zeichnet sich eine schnelle Anerkennung und Etablierung als Fachkonvention in der Praxis ab.

## 5. Anwendungsbeispiele

In den nachfolgenden Beispielen (in Anlehnung an BERNOTAT & DIERSCHKE 2016 sowie BERNOTAT et al. 2018) wird die Anwendung der Bewertungsansätze bezogen auf Freileitungsvorhaben verdeutlicht. Umfassendere Beispiele und weitere Fallkonstellationen sind in BERNOTAT et al. (2018) veröffentlicht.

### Beispiel 1:

Bei einem Freileitungsvorhaben handelt es sich um einen Trassenneubau einer 380 kV-Leitung mit Mehrebenenmasten. Die Konfliktintensität der Freileitung wird entsprechend als „hoch“ (3) eingestuft.

Bei der Planung des Vorhabens im „zentralen Aktionsraum“ (2) eines aufgrund der Artenzusammensetzung und Individuenzahlen „großen Wasservogelbrutgebietes von nationaler Bedeutung“ (3) ist entsprechend von einem „extrem hohen“ (8) konstellationsspezifischen Risiko auszugehen.

Im Wasservogelbrutgebiet kommen – in z. T. großer Zahl – die kollisionsgefähr-

deten Arten Rohrdommel, Krick-, Löffel-, Schell- und Stockente, Schwarzhalstaucher, Kleines Sumpfhuhn, Blässhuhn sowie Höckerschwan vor. Für die Arten der vMGI-Klasse B führt bereits ein „mittleres“ konstellationsspezifisches Risiko, für Arten der vMGI-Klasse C führt ein „hohes“ konstellationsspezifisches Risiko zur Einstufung als signifikant erhöhtes Tötungsrisiko, so dass diese Signifikanzschwelle durch das Vorhaben je nach Art um mehrere Stufen überschritten wird.

Unter Berücksichtigung der artspezifischen Minderungswirkung einer nach den fachlichen Standards durchgeführten Markierung der Freileitung ergibt sich eine artspezifisch differenzierte Bewertung des konstellationsspezifischen Risikos entsprechend Tab. 6. Bei der Einbeziehung der Minderungswirkung im Sinne einer Stufenreduktion beim KSR ist immer an den numerischen Stufen des KSR anzusetzen – hier also der Stufe 8 (bei „extrem hoch“ könnte dies auch Stufe 9 sein).

Es wird deutlich, dass dieses Vorhaben im zentralen Aktionsraum eines national bedeutsamen Wasservogelbrutgebiets im Hinblick auf mehrere stark kollisionsgefährdete Arten trotz Leitungsmarkierung nicht ohne Verletzung des artenschutzrechtlichen Tötungsverbots realisierbar wäre. Es wäre ein Abrücken vom Gebiet außerhalb des weiteren Aktionsraums (1.000 m) erforderlich. Ggf. sind jedoch auch dort räumlich-funktionale Beziehungen zu prüfen.

Wird dieses Vorhaben zudem im „zentralen Aktionsraum“ (2) einer „kleinen Kolonie“ (2) von Trauerseeschwalben geplant, ist von einem „sehr hohen“ (7) konstellationsspezifischen Risiko auszugehen. Für die Trauerseeschwalbe als Art der vMGI-Klasse B ist daher von einer Stufenüberschreitung um drei Stufen auszugehen.

Da für Seeschwalben bislang kaum Hinweise zur Wirksamkeit von Leitungsmarkierungen vorliegen, kann hierdurch

**Tabelle 6:** Beispielhafte Bewertung der artspezifischen Minderungswirkung im Rahmen des konstellationsspezifischen Risikos (KSR).

Arten-spektrum	vMGI (+def. KSR-Schwelle S)	KSR ohne VM	Überschreitung Signifikanzschwelle (Stufen)?	Artspezifische Minderung durch Marker	Verbleibendes KSR	Überschreitung Signifikanzschwelle (Stufen)?
Rohrdommel	vMGI B => S: mittl. KSR	extr. hoch (8)	Ja (4)	- 1 Stufe	sehr hoch (7)	Ja (3)
Krickente	vMGI B => S: mittl. KSR	extr. hoch (8)	Ja (4)	- 3 Stufen	mittel (5)	Ja (1)
Löffelente	vMGI B => S: mittl. KSR	extr. hoch (8)	Ja (4)	- 3 Stufen	mittel (5)	Ja (1)
Schellente	vMGI C => S: hohes KSR	extr. hoch (8)	Ja (3)	- 2 Stufen	hoch (6)	Ja (1)
Stockente	vMGI C => S: hohes KSR	extr. hoch (8)	Ja (3)	- 3 Stufen	mittel (5)	Nein
Schwarzhalstaucher	vMGI C => S: hohes KSR	extr. hoch (8)	Ja (3)	- 2 Stufen	hoch (6)	Ja (1)
Kleines Sumpfhuhn	vMGI B => S: mittl. KSR	extr. hoch (8)	Ja (4)	- 1 Stufe	sehr hoch (7)	Ja (3)
Blässhuhn	vMGI C => S: hohes KSR	extr. hoch	Ja (3)	- 2 Stufen	hoch (6)	Ja (1)
Höcker-schwan	vMGI C => S: hohes KSR	extr. hoch (8)	Ja (3)	- 3 Stufen	mittel (5)	Nein

nach LIESENJOHANN et al. (2019) absehbar nur von einer Reduktion des konstellationsspezifischen Risikos um eine Stufe ausgegangen werden, so dass trotz Markierung weiter signifikant erhöhte Kollisionsrisiken bestehen blieben. Auch dies macht eine Umplanung mit dem Ziel eines größeren räumlichen Abstands zur Kolonie erforderlich.

### **Beispiel 2:**

Bei einem Freileitungsvorhaben handelt es sich um einen Trassenneubau mit Einebenenmasten, dessen Konfliktintensität gem. Tab. 5 als „mittel“ (2) eingestuft wird.

Wird die Freileitung im „zentralen Aktionsraum“ (2) eines Rastgebiets geplant, das aufgrund seiner Artbestände als „großes Gänse-/Schwäne-Rastgebiet von landesweiter bis nationaler Bedeutung“ (3) eingestuft wird, ergibt sich ein „sehr hohes“ (7) konstellationsspezifisches Risiko. Bei Vorkommen von Arten mit einer „mittleren“ Mortalitätsgefährdung (vMGI-Klasse C) durch Leitungsanflug (Blässgans, Graugans, Weißwangengans und Saatgans (rossicus) sowie Höcker-schwan), für die bereits ein „hohes“ konstellationsspezifisches Risiko verbotsrelevant ist, ergibt sich eine Schwellenüberschreitung um zwei Stufen.

Zusätzlich ist zu prüfen, ob die Freileitung im Bereich eines regelmäßig genutzten Flugwegs der Gänse/Schwäne zwischen Schlafplätzen und Nahrungshabitaten läge. Würde sie einen „Hauptflugkorridor mit hoher Frequentierung“ (3) schneiden, wäre das konstellationsspezifische Risiko des Vorhabens auch über diesen Weg als „sehr hoch“ (5, aus zwei Parametern) zu bewerten und eine Schwellenüberschreitung um zwei Stufen zu prognostizieren.

Unter der Prämisse, dass für Gänse und Schwäne nachweislich eine sehr hohe Wirksamkeit einer Leitungsmarkierung anzunehmen ist und diese nach LIESENJOHANN et al. (2019) mit einer Minderung des konstellationsspezifischen Risikos in Höhe von drei Stufen angesetzt wird,

würde die sachgerechte Markierung der Leitung im Ergebnis beider Prüfsachverhalte dazu führen, dass für das Vorhaben unter Berücksichtigung der Vermeidung durch Markierung nur noch ein „geringes“ konstellationsspezifisches Risiko und somit keine signifikant erhöhten Tötungsrisiken verblieben.

Befände sich das Vorhaben jedoch zusätzlich im „zentralen Aktionsraum“ (2) eines „großen Limikolen-Rastgebiets mit landesweiter Bedeutung“ (3) mit regelmäßigen Vorkommen von Kiebitz, Mornellregenpfeifer, Großem Brachvogel und Pfuhschnepfe (alle vMGI-Klasse B), ergibt sich aufgrund des „sehr hohen“ (7) konstellationsspezifischen Risikos eine Schwellenüberschreitung um drei Stufen.

Da für Limikolen nur deutlich geringere Wirksamkeitsnachweise für Leitungsmarkierungen vorliegen, wäre nach LIESENJOHANN et al. (2019) davon auszugehen, dass für Kiebitz und Mornellregenpfeifer zwei Stufen Minderungswirkung, für den Großen Brachvogel und die Pfuhschnepfe jedoch nur eine Stufe Minderungswirkung durch Markierung anzuerkennen wären. Für alle vier Arten würde das Vorhaben hier ohne optimierte Umplanung und/oder zusätzliche Minderungsmaßnahmen zu signifikant erhöhten Tötungsrisiken führen.

### **Beispiel 3:**

Bei einem Freileitungsvorhaben handelt es sich um ein Ersatzneubauvorhaben mit maximal einzelnen und nur geringen Masterhöhungen oder wenigen zusätzlichen Leiterseilen auf einer vorhandenen Ebene. Die Konfliktintensität der Freileitung wird hinsichtlich des Kollisionsrisikos als „gering“ (1) eingestuft.

Das Vorhaben soll im „zentralen Aktionsraum“ (2) eines etablierten Großstrapengebiets (3) realisiert werden. Es ergibt sich somit ein „hohes“ (6) konstellationsspezifisches Risiko. Für die Großstrappe, die als Art der vMGI-Klasse A einer „sehr hohen“ Mortalitätsgefährdung durch Leitungsanflug unterliegt, so dass bereits ein „geringes“ konstellationsspezifisches Risiko

ko als planungs- bzw. verbotsrelevant einzustufen ist, kommt es somit zu einer Schwellenüberschreitung um drei Stufen.

Bei der Großtrappe kann eine Minderungswirkung von zwei Stufen durch Markierung angenommen werden (LIESENJOHANN et al. 2019), so dass das Vorhaben dennoch zu einer Stufenüberschreitung und somit zu signifikant erhöhten Tötungsrisiken für die Art führt.

Würde das Vorhaben dagegen nur im „weiteren Aktionsraum“ (1) des Brutplatzes eines Brutpaares (1) des Kranichs realisiert, ergäbe sich nur ein „sehr geringes“ (3) konstellationsspezifisches Risiko. Für den Kranich, für den als Art der vMGI-Klasse B erst ein mittleres konstellationsspezifisches Risiko eine Verbotsrelevanz auslöst, ergäbe sich bereits ohne Leitungsmarkierung keine Schwellenüberschreitung und somit kein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko.

#### **Beispiel 4:**

Bei dem Vorhaben handelt es sich um die Nutzung einer Bestandsleitung ohne Mastneubau und ohne neue Leiterseilebene aber mit Zubeseilung auf einer bisher unbelegten Traverse. Bei dieser Konstellation ist i. d. R. nicht von relevanten bzw. signifikant erhöhten Kollisionsrisiken auszugehen. Da durch die Zubeseilung jedoch ein Gewässer überspannt wird, wird die Konfliktintensität des betreffenden Freileitungsabschnittes hinsichtlich des Kollisionsrisikos als „sehr gering“ (0) eingestuft, so dass eine Prüfung des konstellationsspezifischen Risikos mit der Konfliktintensität 0 vorzunehmen ist.

Bei dem überspannten Gewässer handelt es sich um ein „Wasservogelbrutgebiet von lokaler bis regionaler Bedeutung“ (2). Der Freileitungsabschnitt liegt somit „inmitten“ (3) des Brutgebiets. Das konstellationsspezifische Risiko ist daher als „mittel“ (5) zu bewerten.

Kämen in diesem Wasservogelbrutgebiet Arten der vMGI-Klasse B vor (z. B. Rohrdommel oder Tüpfelsumpfhuhn), für die bereits ein „mittleres“ konstellationss-

spezifisches Risiko planungs- bzw. verbotsrelevant ist, ergäbe sich eine Schwellenüberschreitung um eine Stufe. Aufgrund der speziellen Situation einer Gewässerüberspannung würde sich die artspezifische Wirksamkeit bei einer Leitungsmarkierung um eine Stufe reduzieren (BERNOTAT et al. 2018: 97). Dies würde bei den beiden genannten Arten dazu führen, dass auch bei Markierung des Erdseils in dieser räumlichen Konstellation keine signifikante Minderungswirkung angenommen werden kann und es dennoch bei signifikant erhöhten Tötungsrisiken bliebe.

Kämen in dem Wasservogelbrutgebiet dagegen nur Arten der vMGI-Klasse C wie z. B. Stockente, Wasserralle, Teichhuhn und Höckerschwan vor, für die erst ein „hohes“ konstellationsspezifisches Risiko zu einer Schwellenüberschreitung führt, ergäben sich bereits ohne Markierung keine signifikant erhöhten Tötungsrisiken. Gleiches würde für Arten der vMGI-Klasse B mit einer höheren artspezifischen Wirksamkeit einer Leitungsmarkierung (> 1 Stufe) gelten.

## **6. Literatur**

- ALBRECHT, K., T. HÖR, F. W. HENNING & G. TÖPFER-HOFMANN (2015): Leistungsbeschreibungen für faunistische Untersuchungen. – Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 1115, 308 S.
- ALBRECHT, K., A. SCHLEICHER, M. LIESENJOHANN, B. GHARADJEDAGHI & S. SCHENK (2017): Analyse biodiversitätsfördernder Maßnahmen im Verkehr. F+E-Vorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. FE 97.0361/2015. Schlussbericht März 2017.
- BEHM, K. & T. KRÜGER (2013): Verfahren zur Bewertung von Vogelbrutgebieten in Niedersachsen. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 33 (2): 55–69.

- BERNOTAT, D. (2018): Naturschutzfachliche Bewertung eingriffsbedingter Individuenverluste – Hinweise zur Operationalisierung des Signifikanzansatzes im Rahmen des artenschutzrechtlichen Tötungsverbots. – Zeitschrift für Umweltrecht **11/2018**: 594–603.
- BERNOTAT, D. & V. DIERSCHKE (2016): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen. 3. Fassung – Stand 20.09.2016. – Leipzig (Bundesamt für Naturschutz), 460 S. – URL: <https://www.bfn.de/themen/planung/eingriffe/besonderer-artenschutz/toetungsverbot.html> [gesehen 17.10.2019].
- BERNOTAT, D., S. ROGAHN, C. RICKERT, K. FOLLNER & C. SCHÖNHOFER (2018): BfN-Arbeitshilfe zur arten- und gebietsschutzrechtlichen Prüfung bei Freileitungsvorhaben. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). – BfN-Skripten **512**, 200 S.
- BICK, U. & K. WULFERT (2017): Der Artenschutz in der Vorhabenzulassung aus rechtlicher und naturschutzfachlicher Sicht. – Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht **6**: 346–355.
- BUNDESNETZAGENTUR (BNetzA) (2015): Methodenpapier – Die Strategische Umweltprüfung in der Bundesfachplanung. Im Rahmen der Unterlagen gemäß § 8 NABEG. Stand Februar 2015. 29 S.
- DÜRR, T. (2017): Bewertung und Nutzung der Schlagopferdatei als Hilfsmittel zur Analyse anlagebedingter Mortalität von Vögeln an Windenergieanlagen. – In: BERNOTAT, D., V. DIERSCHKE & R. GRUNEWALD (Hrsg.): Bestimmung der Erheblichkeit und Beachtung von Kumulationseffekten in der FFH-Verträglichkeitsprüfung. – Naturschutz und Biologische Vielfalt **160**: 99–111.
- FORUM NETZTECHNIK/NETZBETRIEB IM VDE – (FNN) (2014): Technischer Hinweis „Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen“, Dezember 2014, 39 S.
- GEDEON, K., C. GRÜNEBERG, A. MITSCHKE, C. SUDFELDT, W. EIKHORST, S. FISCHER, M. FLADE, S. FRICK, I. GEIERSBERGER, B. KOOP, M. KRAMER, T. KRÜGER, N. ROTH, T. RYSLAVY, S. STÜBING, S. R. SUDMANN, R. STEFFENS, F. VÖKLER & K. WITT (2014): Atlas Deutscher Brutvogelarten. Atlas of German breeding birds. – Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster, 800 S.
- JÖDICKE, K., H. LEMKE & M. MERCKER (2018): Wirksamkeit von Vogelschutzmarkierungen an Erdseilen von Höchstspannungsfreileitungen. – Naturschutz und Landschaftsplanung **50 (8)**: 286–294.
- KAISER, T. (2018): Aktuelle Aspekte des Artenschutzes bei Eingriffsplanungen. – Natur und Landschaft **93 (8)**: 365–370.
- KÖCK, W. & J. BOVET (2018): Die Anwendung des Artenschutzrechts bei der Zulassung von Erneuerbare-Energien-Projekten – am Beispiel der landseitigen Windenergie. – Zeitschrift für Umweltrecht **11/2018**: 579–586.
- KRÜGER, O., T. GRÜNKORN & B. STRUWEJUHL (2010): The return of the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) to northern Germany: Modelling the past to predict the future. – Biological Conservation **143**: 710–721.
- LAG VSW – Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2015): Abstandsempfehlungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogel Lebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelarten (Stand April 2015). – Berichte zum Vogelschutz, Heft **51**: 15–42.
- LANDESAMT FÜR UMWELT BAYERN (LfU) (2017): Arbeitshilfe Vogelschutz und Windenergienutzung: Fachfragen des bayerischen Windenergie-Erlasses. – Stand: Februar 2017. – Augsburg, 49 S.



- LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2015): Hinweise zur Bewertung und Vermeidung von Beeinträchtigungen von Vogelarten bei Bauleitplanung und Genehmigung für Windenergieanlagen. 96 S.
- LAU, M. (2016): Allgemeine Vorschriften für den Arten- und Lebensstätten- und Biotopschutz. § 44 BNatSchG. – In: FRENZ, W. & H. J. MÜGGENBORG (Hrsg.): Kommentar zum Bundesnaturschutzgesetz. – 2. Auflage. – Erich Schmidt Verlag: 963–1006.
- LIESENJOHANN, M., J. BLEW, S. FRONCZEK, M. REICHENBACH, & D. BERNOTAT (2019): Artspezifische Wirksamkeiten von Vogelschutzmarkern an Freileitungen. Methodische Grundlagen zur Einstufung der Minderwirkung – ein Fachkonventionvorschlag. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). BfN-Skripten 537: 286 S.
- LUKAS, A. (2016): Vögel und Fledermäuse im Artenschutzrecht. – Naturschutz und Landschaftsplanung 48: 289–295.
- MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (MLR BW) (2015): Hinweise zu artenschutzrechtlichen Ausnahmen vom Tötungsverbot bei windenergieempfindlichen Vogelarten bei der Bauleitplanung und Genehmigung von Windenergieanlagen. – Stuttgart, 22 S.
- PETERS, W., U. JAHNS-LÜTTMANN, K. WULFERT, G.-A. KOUKAKIS, J. LÜTTMANN & R. GÖTZE (2015): Bewertung erheblicher Biodiversitätsschäden im Rahmen der Umwelthaftung. – BfN-Skripten 393, 170 S.
- RICHARZ, K. (2016): Windenergie im Lebensraum Wald: Gefahr für die Artenvielfalt. Situation und Handlungsbedarf. – Stand: Oktober 2016. – Hamburg, Deutsche Wildtier Stiftung, 79 S.
- RICHARZ, K. & F. BERNSHAUSEN (2017): Ansätze zur Bewertung und Vermeidung anlagebedingter Mortalität durch Kollision von Vögeln an Freileitungen – am Beispiel der FNN-Hinweise. – In: BERNOTAT, D., V. DIERSCHKE & R. GRUNEWALD (Hrsg.): Bestimmung der Erheblichkeit und Beachtung von Kumulationswirkungen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 160: 79–97.
- SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (LfULG) (2017): Arbeitshilfen für artenschutzrechtliche Bewertungen – Artensteckbriefe Vögel. – URL: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/8242.htm> [gesehen 17.10.2019].
- SIMON, M., H. RUNGE, S. SCHADE & D. BERNOTAT (2015): Bewertung von Alternativen im Rahmen der Ausnahmeprüfung nach europäischem Gebiets- und Artenschutzrecht. F+E-Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Auftrag des BfN – FKZ 3511 82 1000. – BfN-Skripten 420, 221 S.
- SPRÖTGE, M., E. SELLMANN & M. REICHENBACH (2018): Windkraft Vögel Artenschutz. Ein Beitrag zu den rechtlichen und fachlichen Anforderungen in der Genehmigungspraxis. – BoD – Books on Demand, Norderstedt, 229 S.
- SÜDBECK, P., H. ANDRETTZKE, S. FISCHER, K. GEDEON, T. SCHIKORE, K. SCHRÖDER & C. SUDFELDT (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. – Dachverband Deutscher Avifaunisten, Radolfzell, 792 S.
- SUDMANN, S., P. HERKENRATH, M. JÖBGES & J. WEISS (2017): Wasservogelrastgebiete mit landesweiter und regionaler Bedeutung. – Natur in NRW 2017 (03): 23–25.

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (TLUG) (2017): Avifaunistischer Fachbeitrag zur Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) in Thüringen, 61 S. – URL: [https://www.thueringen.de/mam/th8/tlug/content/abt\\_1/download/fachbeitrag\\_wea\\_g.pdf](https://www.thueringen.de/mam/th8/tlug/content/abt_1/download/fachbeitrag_wea_g.pdf) [gesehen 17.10.2019].

UHL R., H. RUNGE & M. LAU (2018): Ermittlung und Bewertung kumulativer Beeinträchtigungen im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfung. – Natur und Landschaft **93** (8): 371–377.

WILMS, U., K. BEHM-BERKELMANN & H. HECKENROTH (1997): Verfahren zur Bewertung von Vogelbrutgebieten in Niedersachsen. – Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen **29** (1): 103–111.

WULFERT, K., H. KÖSTERMEYER & M. LAU (2018): Arten und Gebietsschutz auf vorgelagerten Planungsebenen. F+E-Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (FKZ 3515 82 0100) (unter Mitarb. von: K. Müller-Pfannenstiel, I. Humbracht, S. Fischer, M. Opitz, M. Simon, J. Müller, L. Albrecht, S. Lüning). – BfN-Skripten **507**, Bonn.

WULFERT, K., M. LAU, T. WIDDIG, K. MÜLLER-PFANNENSTIEL & A. MENGEL, A. (2015): Standardisierungspotenzial im Bereich der arten- und gebietsschutzrechtlichen Prüfung. – F + E-Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz – FKZ 3512 82 2100. Bundesamt für Naturschutz, 452 S. – URL: <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/planung/eingriffsregelung/Dokumente>

/Standardisierungspotenzial\_Arten\_und\_Gebietsschutz\_1.pdf [gesehen 17.10.2019].

Anschrift der Verfasser:

DIRK BERNOTAT,  
DR. CORINNA RICKERT,  
SEBASTIAN ROGAHN,  
Bundesamt für Naturschutz,  
Karl-Liebknecht-Straße 143,  
D-04277 Leipzig

## Was können Vogelschutzmarkierungen leisten? Erkenntnisse aus der Vogelschlagstudie Schleswig-Holstein

von KLAUS JÖDICKE, Bordesholm

*Keywords: Bewertung der Wirksamkeit von Vogelmarkern an Hochspannungsleitungen in Schleswig-Holstein – Berechnung von artspezifischen Kollisionsraten und Reduktionswerten*

*Evaluation of the effectiveness of bird markers on power transmission lines in Schleswig-Holstein – calculation of species-specific collision rates and reduction values*

*Zusammenfassung: Zur Evaluierung der Wirksamkeit von Erdseilmarkierungen wurde in Schleswig-Holstein eine methodisch umfangreich angelegte Studie durchgeführt, die die Untersuchungsmodulare „Kollisionsoffersuche“ und „Querungsintensität“ auf einer Strecke von 4,1 Kilometern und mit drei Zählpunkten umfasste. Teilabschnitte der Leitung wurden nach einem Jahr an den Erdseilen mit beweglichen, schwarz-weißen Vogelschutzmarkern versehen.*

*Zur Ermittlung der artspezifischen Wirksamkeit der Marker wurde eine statistische Analyse für ausgewählte Arten und einzelne Artengruppen durchgeführt. Im Ergebnis konnten für Weißwangengans, Graugans, Stockente, Rabenkrähe und Ringeltaube sowie die Artengruppen Gänse und Enten statistisch signifikante Werte ermittelt werden, die eine Kollisionsminderung zwischen 79 Prozent und 91 Prozent belegen. Zudem konnte für mehrere Arten eine artspezifische absolute Kollisionsrate ermittelt werden. Diese lag mit 0,004 Prozent bzw. 0,007 Prozent für Weißwangengans, Blässgans und Kormoran sehr niedrig. Weitere statistisch valide Werte lagen zwischen 0,012 Prozent und 0,038 Prozent.*

*Abstract: A study has been conducted in the northern German state of Schleswig-Holstein in a very bird-rich area on the Lower Elbe in order to evaluate the efficiency of bird markers on earth (“guard”) wires. The investigations encompassed searching for bird carcasses and counting the number of birds that flew across the power lines over a period of two years. During the second investigation period, black-and-white bird protection markers were attached to the earth wires along some sections of the power line.*

*Statistical analysis has provided meaningful values for five species – the Barnacle Goose, Greylag Goose, Mallard, Carrion Crow, and Wood Pigeon – showing a significant reduction in carcass numbers of between 79% and 91%. Furthermore, a specific collision rate was calculated for certain species by correlating the numbers of carcasses and “crossings” of the power line during strictly defined time periods and spatial areas. The collision rates for Barnacle Goose, White-fronted Goose and Cormorant were very low – between 0.004% and 0.009%. More reliable values varied between 0.012% and 0.038%.*

*The results shows that earth wire markers are an efficient measure to reduce bird collision numbers and that an extensive database allows species-specific collision rates and reduction levels to be calculated.*

## 1. Einleitung

Insbesondere durch die große Anzahl an Windenergieanlagen ist Schleswig-Holstein im Rahmen der Energiewende besonders stark vom Netzausbau betroffen. Gleichzeitig kommt dem nördlichsten Bundesland aufgrund seiner Lage zwischen Nord- und Mitteleuropa sowie Nord- und Ostsee und seiner naturräumlichen Ausstattung eine herausragende Bedeutung für die Avifauna zu.

Vor diesem Hintergrund hat die Netzbetreiberin TenneT TSO GmbH zur Schaffung einer landesspezifischen Daten- und Beurteilungsgrundlage Untersuchungen initiiert, die das Kollisionsrisiko und dessen Verringerung durch Erdseilmarkierungen in Schleswig-Holstein betrachten sollten. Zentrales Ziel war es zu ermitteln, inwieweit eine Erdseilmarkierung die Kollisionsrate anfluggefährdeter Vogelarten reduzieren kann und welchen Einfluss sie auf das Flugverhalten der querenden Vögel nimmt. Hierzu wurden zwei Untersuchungsmodule entwickelt:

- Qualitative und quantitative Erfassung von Kollisionsopfern im Bereich der Leitung und ihrer saisonalen Verteilung
- Qualitative und quantitative Erfassung von Flugbewegungen sowie des Flugverhaltens der die Leitung querenden Vögel.

Beide Module stellten die Grundlage für die Ermittlung einer Kollisionsrate dar, indem die Anzahl an Kollisionsopfern mit der Anzahl an Querungen in Beziehung gesetzt wurde. In Hinsicht auf die Wirksamkeit der Erdseilmarkierungen war die Studie als Vorher-Nachher-Untersuchung mit Kontrollflächen konzipiert, um eine moderne BACI-Analyse (before-after control-impact, vgl. z. B. SCHWARZ 2014, BARRIENTOS et al. 2011) zu ermöglichen.

Ein weiteres wesentliches Ziel war es, art- bzw. artengruppenspezifische Aussagen abzuleiten. Bislang hat die Mehrzahl der Studien zum Vogelschlag lediglich einen Gesamtreduktionswert ermittelt, in den die Ergebnisse aller erfassten Arten ge-

meinsam einfließen. Der Anspruch einer artspezifischen Auswertung wurde im Laufe der Untersuchungen durch die Rechtsprechung des Uckermark-Urteils (21. Januar 2016, Az. 4 A 5.14) unterstrichen.

Aus den Ergebnissen der Studie soll abgeleitet werden, was Erdseilmarkierungen im Hinblick auf den Vogelschutz und die Genehmigungsverfahren von Leitungsplanungen leisten können. Dabei stellen die folgenden Ausführungen eine gekürzte und leicht veränderte Version des Artikels von JÖDICKE et al. (2018) in Naturschutz und Landschaftsplanung 50 (8) 2018 dar.

## 2. Das Projektgebiet

### 2.1 Gebietsstruktur

Als Untersuchungsgebiet wurde der elbnahe Abschnitt der bestehenden 380-kV-Leitung Dollern-Wilster ausgewählt (Abb. 1). Die Untersuchungsstrecke durchquert einen ausgedehnten ehemaligen Vorlandkomplex der Elbmarsch, der als Vogelschutzgebiet 2323-401 „Unterelbe bis Wedel“ ausgewiesen wurde. Teile des Gebietes sind gleichzeitig als NSG und FFH-Gebiet ausgewiesen.

Der Untersuchungsabschnitt umfasste neun Spannungsfelder mit einer Gesamtlänge von 4,4 Kilometer. Das Projektgebiet wurde in drei Hauptabschnitte unterteilt: Die Abschnitte „Süd“ und „Nord“ umfassen sowohl Ackerflächen als auch Weidegrünland, im Abschnitt „Mitte“ werden alle Flächen extensiv als Grünland genutzt. Als relevante Gewässerstrukturen verlaufen die Haseldorfer Binnenelbe im Abschnitt „Mitte“ und der Lanner Kuhlenfluth im Abschnitt „Nord“.

### 2.2 Avifaunistische Charakterisierung

Die Haseldorfer Marsch besitzt zusammen mit den Elbuferbereichen eine sehr hohe Bedeutung als Brut- und Rastgebiet vor allem für Wasser-, Wat- und

Röhrichtvögel sowie für ziehende Arten (vgl. v. a. SCHAWALLER & MITSCHKE 2008, NETZ 2012). Besonders hervorzuheben sind Rast- und Überwinterungsbestände verschiedener Schwäne, Gänse und Enten sowie Limikolen und Seeschwalben. Als wertgebende Brutvogelarten sind Weißstorch, Seeadler, Wanderfalke und Rohrweihe zu nennen, zudem existieren gebietsnahe Brutkolonien von Graureiher, Kormoran und Sturmmöwe (Elbinsel) sowie Schlafplätze von Silberreiher, Blässgans und Weißwangengans. Wiesenbrüter sind hingegen selten geworden.

### 2.3 Leitungsmerkmale

Bei der untersuchten Leitung handelt es sich um eine 380-kV-Freileitung mit drei Traversen, zwei Erdseilspitzen und 2er-Bündel-Leiterseilen. Die Masten weisen eine Breite der untersten Traverse

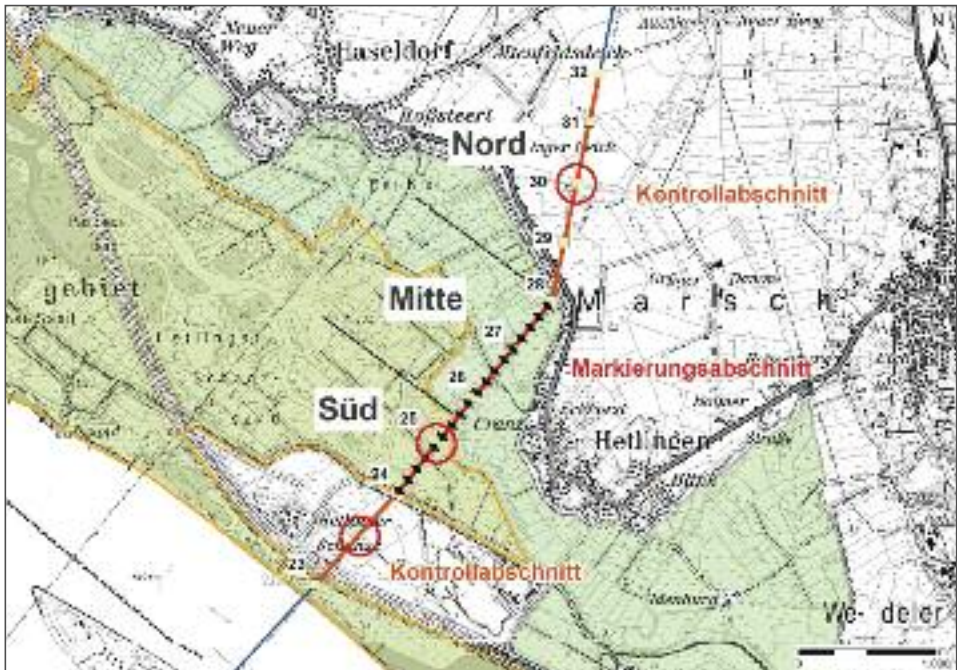
von durchschnittlich 28 Metern sowie Masthöhen von 62 Metern bis 68 Metern auf. Durch die besondere Höhe von Mast 23 (Abb. 1) von 233 Metern weist das Spannfeld 23/24 mit 900 Metern eine im Gegensatz zu den übrigen Spannfeldern doppelte Länge auf und zeichnet sich zudem durch steil aufsteigende Seilsysteme aus.

### 3. Methoden

Eine detaillierte Darstellung der Methoden ist JÖDICKE et al. (2018) zu entnehmen.

#### 3.1 Untersuchungszeitraum und Markierung

Die Dauer der „before-Periode“ an der unmarkierten Leitung umfasste genau



**Abb. 1:** Lage des zu untersuchenden Leitungsabschnittes (rote Linie) und der Zugerfassungspunkte (rote Kreise); Grüne Fläche: Vogelschutzgebiet, Orange: Naturschutzgebiet und FFH-Gebiet, sowie Lage der Untersuchungsabschnitte und Nummerierung der Leitungsmasten.

ein Jahr (20.01.2014 bis 19.01.2015). Die Anbringung der Marker vom Hubschrauber aus konnte Ende April 2015 erfolgen. Die „after-Periode“ dauerte vom 01.05.2015 bis 30.04.2016.

Als Markertyp kamen die sowohl von der zuständigen Fachbehörde (LLUR 2013) als auch von der Fachkonvention FNN/VDE (2014) empfohlenen und dem Stand der Technik entsprechenden schwarz-weißen, beweglichen Kunststoffarmaturen zum Einsatz, die in einem Abstand von 20 Metern pro Erdseil und alternierend angebracht wurden (optischer Abstand 10 Meter).

Markiert wurden die Spannungsfelder zwischen den Masten 24 und 28 mit einer Gesamtlänge von 1,8 Kilometern (Impact-Abschnitt), die restlichen Abschnitte fungierten als unmarkierte Kontrollabschnitte mit einer Gesamtlänge von 2,6 Kilometern (Abb. 1).

### 3.2 Kollisionsopfersuche

Die Erfassung von Kollisionsopfern erfolgte durch Ablaufen von sechs definierten parallelen Transekten à 20 Meter Breite unter und neben der Leitung. Die Gesamtlänge der Suchstrecke betrug 4,1 Kilometer. Hieraus ergab sich eine Gesamttransektlänge von 24,6 Kilometern pro Kontrollgang, die sich auf 17,7 Kilometer Grünland und 6,9 Kilometer Acker aufteilte.

In den Hauptzug- und -rastperioden (15.02. – 30.04. und 15.08. – 31.10.) wurden die Suchgänge alle zwei Tage durchgeführt, in den übrigen Zeiträumen wurde ein Suchintervall von fünf Tagen verfolgt. Jeder Fund eines Vogelkadavers bzw. von Federresten wurde mittels GPS-Koordinate, Foto und Geländeprotokoll unter Berücksichtigung zahlreicher Fundparameter dokumentiert.

### 3.3 Ermittlung von Korrekturfaktoren

Da davon ausgegangen werden muss, dass bei der Kollisionsopfersuche nicht alle der tatsächlich vorhandenen Kadaver gefunden werden und ein weiterer Teil durch Aasfresser abgeräumt wird, wurden zur Ermittlung von Korrekturfaktoren die Auffindrate und die Abräumrate bestimmt. Sie dienen dazu, die tatsächlich aufgetretenen Anflugopfer durch Multiplikation mit der Anzahl der gefundenen Anflugopfer zu schätzen. Hierzu wurden über beide Untersuchungsjahre verteilt zahlreiche Experimente durchgeführt, bei denen unterschiedlich große Kadaver bzw. Federreste in unterschiedliche Vegetationsstrukturen ausgelegt wurden. Zur Erfassung der Abräumrate wurden Wildkameras eingesetzt.

### 3.4 Erfassung von Flugbewegungen und -verhalten

Die Erfassung von Flugbewegungen und des Flugverhaltens tagaktiver Arten erfolgte an drei Zählpunkten, die sich hinsichtlich der Entfernung zur Elbe und der umgebenden Nutzungsstruktur unterscheiden (Abb. 1):

1. Zählpunkt „Süd“: Elbnaher Standort mittig im Spannungsfeld Mast 23/24 mit stark zu Mast 23 ansteigender Beseilung, Acker und Grünland
2. Zählpunkt „Mitte“: Höhe Mast 25 im NSG mit Extensivgrünland, Haseldorfer Binnenelbe als lokale Leitlinie für Flugbewegungen
3. Zählpunkt „Nord“: Höhe Mast 30 nahe Kuhlenfleet (lokale Leitlinie für Wasservögel), Acker-Grünland-Marsch

Die Erfassung von Flugbewegungen erfolgte wöchentlich innerhalb eines 300 Meter breiten Korridors beidseitig der Zählpunkte mit einer Zähldauer von zumeist vier Stunden je Zählstandort und Tagesperiode. Es wurden pro Untersuchungsjahr 52 Morgenerfassungen, sechs

**Tabelle 1:** Art und Anzahl der in beiden Untersuchungsjahren gefundenen Kollisionsopfer (Rohdaten)

Nr.	Art	before	after	Nr.	Art	before	after
1	Alpenstrandläufer	0	1	33	Pfeifente	9	2
2	Amsel	6	3	34	Pfuhlschnepfe	0	1
3	Bachstelze	0	1	35	Rabenkrähe	3	3
4	Bekassine	2	2	36	Ringeltaube	8	17
5	Blässgans	23	4	37	Rohrammer	0	1
6	Blässralle	4	2	38	Rohrdommel	0	1
7	Bluthänfling	1	1	39	Rotdrossel	0	8
8	Brandgans	1	1	40	Rotkehlchen	1	0
9	Buchfink	1	1	41	Sandregenpfeifer	1	0
10	Dorngrasmücke	2	2	42	Schilfrohrsänger	1	0
11	Eichelhäher	1	1	43	Schleiereule	0	1
12	Feldlerche	6	6	44	Schwarzhalstaucher	0	1
13	Feldsperling	0	1	45	Silberreiher	2	1
14	Fitis	1	0	46	Singdrossel	27	16
15	Gelbspötter	0	1	47	Singschwan	0	1
16	Goldregenpfeifer	2	7	48	Star	18	21
17	Graugans	23	8	49	Stieglitz	1	1
18	Graureiher	1	5	50	Sturmmöwe	0	6
19	Großer Brachvogel	1	1	51	Stockente	39	24
20	Haustaube	10	7	52	Teichralle	3	1
21	Heckenbraunelle	1	0	53	Teichrohrsänger	2	1
22	Höckerschwan	17	35	54	Turmfalke	1	1
23	Kampfläufer	3	0	55	Wacholderdrossel	18	32
24	Kanadagans	1	0	56	Wachtel	0	1
25	Kernbeißer	2	1	57	Waldohreule	0	1
26	Kiebitz	4	2	58	Wasserralle	1	1
27	Klappergrasmücke	1	0	59	Weißwangengans	56	25
28	Kormoran	3	3	60	Wiesenpieper	0	2
29	Krickente	4	7	61	Wiesenschafstelze	1	0
30	Lachmöwe	11	18	62	Wintergoldhähnchen	0	1
31	Misteldrossel	1	0	63	Zilpzalp	1	1
32	Mönchsgrasmücke	8	10		<b>Summe:</b>	<b>334</b>	<b>303</b>

(Vor-)Mittagszählungen und zwölf Abendfassungen durchgeführt. Insgesamt wurden 822 Zählstunden pro Untersuchungsjahr geleistet. Alle erfassten Beobachtungen wurden im Gelände protokolliert und mit Informationen zu Art, Anzahl, Flugrichtung, Flughöhe und Verhalten an der Freileitung versehen.

### 3.5 Statistische Auswertungsmethoden

Die Korrekturfaktoren und die Markierungswirkung wurden mit umfangreichen statistischen Methoden berechnet. Für Details sei auf JÖDICKE et al. (2018) verwiesen.

## 4. Ergebnisse Kollisionsopfer

### 4.1 Rohdaten

Die Übersicht der in beiden Untersuchungsjahren gefundenen Kollisionsopfer in Tab. 1 zeigt die unkorrigierten Rohdaten. Demnach wurden im ersten Untersuchungsjahr 334 Anflugopfer und im zweiten Jahr 303 Vögel erfasst. Insgesamt umfasst das Artenspektrum 63 Arten mit 637 gefundenen Vögeln. Eine besonders hohe Anzahl an Anflugopfern wurde für die Arten Weißswangen-, Grau- und Blässgans, Höckerschwan, Stockente, Ringel- und Haustaube, Lachmöwe, Sing- und Wacholderdrossel und den Star registriert.

Dieses erste Bild spiegelt zum einen den avifaunistischen Charakter des Gebietes wider, zum anderen deckt es sich weitgehend mit Ergebnissen anderer Studien, die diese Arten ebenfalls als häufige Kollisionsopfer listen (Übersichten in MARTI 1998, BERNOTAT & DIERSCHKE 2016).

### 4.2 Korrigierte Daten

#### 4.2.1 Gesamtzahl Kollisionsopfer

Die mittlere Auffindrate lag insgesamt bei knapp 57 Prozent. Es bestanden deut-

liche Korrelationen zwischen Vogelgröße und Vegetationsbeschaffenheit sowie der Auffindbarkeit: Je größer ein Vogel bzw. eine Rупfung und je niedriger die Vegetation war, desto besser war die Fundrate. Die mittlere Abräumrate lag bei gut 48 Prozent nach fünf Tagen. Frischtote Kadaver wurden deutlich schneller abgeräumt als solche, die den Altersstatus „unbekannt“ trugen. Weiter wurden mittelgroße und große Vögel deutlich schneller abgeräumt als kleine Vögel.

Im Ergebnis bildet sich ein durchschnittlicher finaler Korrekturfaktor von 1,92 ab, der zwischen 1,12 und 10,0 variiert. Werte von  $> 4,0$  waren insgesamt sehr selten. Wendet man die Korrekturfaktoren auf die Rohdaten an ( $n = 637$ ), ergibt sich eine korrigierte Kadaverzahl von insgesamt 1.224 Individuen.

#### 4.2.2 Artengruppenspezifische Betrachtungen

Mit Vorliegen der korrigierten Daten lassen sich unverzerrte Auswertungen der Kollisionsopferfunde durchführen. Abb. 2 zeigt für beide Untersuchungsjahre den prozentualen Anteil verschiedener Artengruppen an der Gesamtanzahl ermittelter Anflugopfer. Demnach machten Wasservögel, Drosseln und weitere kleine Singvögel in beiden Perioden den Großteil der erfassten Kollisionsopfer aus und kamen in der before-Periode auf über 75 Prozent der Gesamtanzahl. Der prozentuale Anteil nachtaktiver Arten lag in der before-Periode bei 33,7 Prozent, in der after-Periode bei 30,7 Prozent und damit in einer sehr vergleichbaren Größenordnung.

#### 4.2.3 Phänologische Betrachtungen

Setzt man das jahreszeitliche Auftreten der Kollisionsopfer mit der ermittelten Flugintensität in Beziehung, erhält man ein klares Muster, das in beiden Untersuchungsjahren vergleichbar ausgeprägt ist (Abb. 3). So waren hohe Fundzahlen deut-

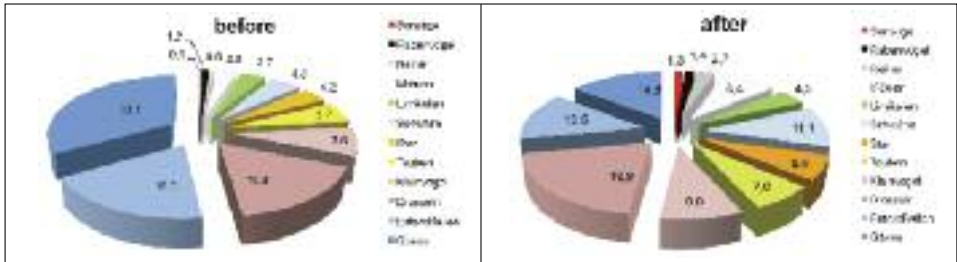


lich mit Phasen hoher Flugintensität korreliert.

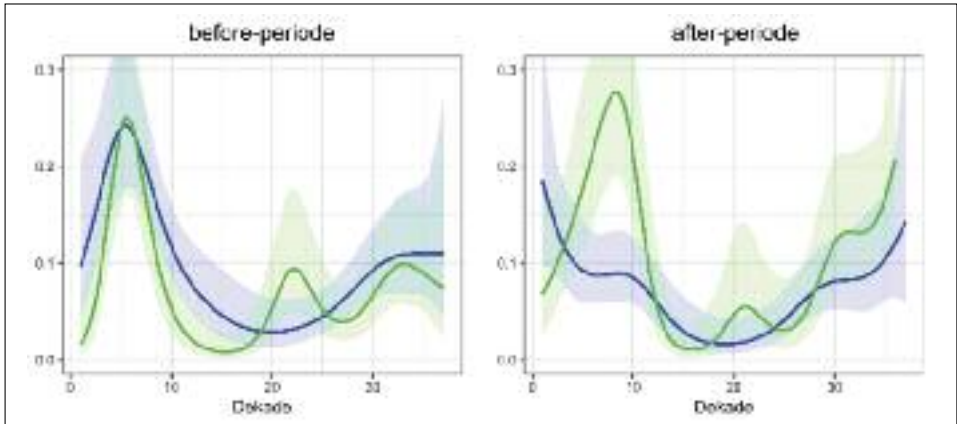
Einer Phase mit hoher Funddichte und gleichzeitig hoher Flugintensität bis Anfang März folgte ein deutlicher Abfall mit einem Minimum etwa Mitte Mai. Dieses Muster begründet sich vor allem durch das zahlreiche Auftreten rastender Gänse und Enten sowie weiterer Wasservogelarten im Gebiet. Als diese im Laufe des Aprils abgezogen waren, folgte ein „Sommerloch“, in dem nur wenige (Brut-) Vögel im Gebiet anwesend waren. Ab

etwa Mitte Juli – mit beginnendem Herbstzug – stiegen die Anzahl der Kollisionsopfer sowie die Flugintensität wieder an. Besonders häufig gefunden wurden zunächst Singvögel, Tauben und Limikolen, ab September verstärkt Drosseln und ab Oktober Gänse.

Interessant ist, dass sich das zweite Maximum der Flugintensität, das in beiden Untersuchungsjahren etwa in der 21./22. Dekade ausgebildet ist und hauptsächlich durch hohe Anzahlen rastender und durchziehender Stare hervorgerufen wur-



**Abb. 2:** Prozentualer Anteil verschiedener Artengruppen an der Gesamtzahl Kollisionsopfer (korrigierte Daten).  
before: Erstes Untersuchungsjahr, after: Zweites Untersuchungsjahr.



**Abb. 3:** Phänologie der Querungsintensität in der impact-Fläche (Anzahl Vögel/Std, Zählpunkt und Datum, grün) in Bezug zu den ermittelten Kollisionsopfern (korr. Kadaver pro Tag und Subfläche, blau). Dargestellt ist eine GAM-basierte Glättung der Rohdaten, schattierte Bereiche stellen 95 Prozent-Konfidenzintervalle dar. Die Querungsintensität wurde mit einer (rechts und links identischen) Konstante multipliziert, um sie grafisch an die Größenordnung der Kadaverzahl anzupassen.

de, nicht entsprechend in der Kurve der Kollisionsopfer abbildet. Grund hierfür dürfte der hohe Anteil der die Leitung unterfliegenden Stare sein. Die Beschränkung des Vergleichs von Kollisionsopfern und Flugintensität auf die impact-Fläche in Abb. 3 macht den kollisionsmindernden Einfluss der Erdseilmarkierungen auf phänologischer Ebene deutlich.

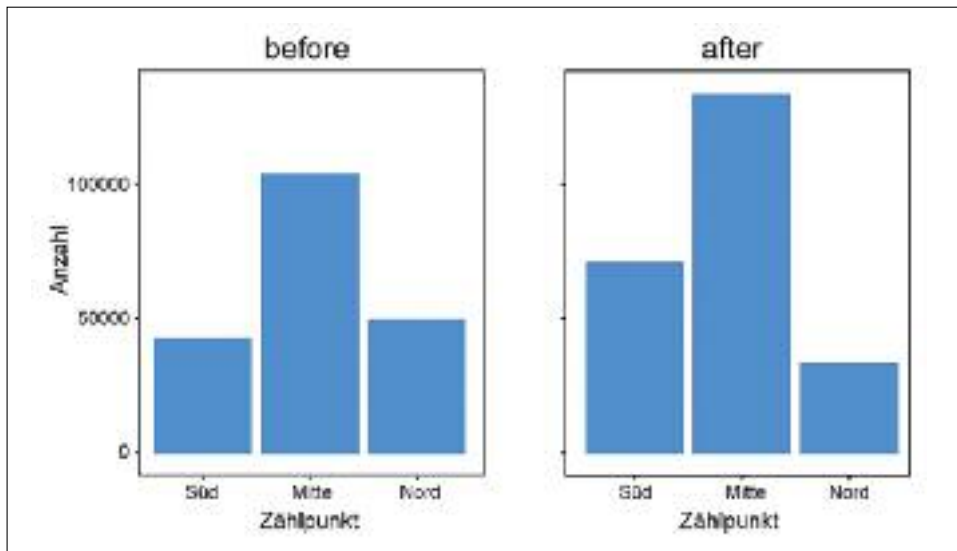
## 5. Ergebnisse Flugbewegungen

Mit knapp 200.000 Vögeln im ersten und etwa 260.000 Vögeln im zweiten Untersuchungsjahr wurde eine sehr große Anzahl querender Individuen erfasst (Abb. 4). Die weitaus höchste Anzahl war in beiden Jahren am Standort „Mitte“ zu verzeichnen, der in einem ausgedehnten Grünlandkomplex (Rasthabitat) und in Nachbarschaft zur Binnenelbe lag (lokale Leitlinie für Flugbewegungen). An den Standorten „Süd“ und „Mitte“ konnte im Vergleich der Jahre eine Zunahme, an Standort „Nord“ hingegen eine Abnahme an Querungen verzeichnet werden. Das Artenspektrum umfasste 128 Arten.

Die artengruppenspezifische Auswertung der Flugerfassungen zeigt, dass alle drei Zählstandorte in beiden Untersuchungsjahren mengenmäßig von Gänsen, Star und Möwen dominiert wurden. Insgesamt machten diese drei Gruppen in beiden Untersuchungsjahren etwa 90 Prozent aller erfassten Querungen aus. Das Ergebnis spiegelt die Bedeutung des Untersuchungsgebietes als Rast- und Überwinterungsgebiet für nordische Gänse und den Star wider. Der hohe Anteil der Möwen (v. a. Sturmmöwe) korreliert mit Brutvorkommen auf den benachbarten Elbinseln.

## 6. Artspezifische Kollisionsraten

Für die Ermittlung von „absoluten“ Kollisionsraten wurden die korrigierten Kollisionsopferzahlen und die erfassten Querungen auf eine definierte Streckenlänge (600 Meter, Korridor Flugerfassung) und eine definierte Zeiteinheit (12 Stunden, durchschnittliche Aktivitätszeit) berechnet. Hierbei wurden artspezifische tageszeitliche Unterschiede in der Flugintensität berücksichtigt.



**Abb. 4:** Grafische Darstellung erfasster Leitungsquerschnitte für die einzelnen Untersuchungsjahre (before- und after-Periode) und Zählstandorte (Süd, Mitte, Nord).

In Tab. 2 sind die Kollisionsraten für die elf häufigsten Arten dargestellt, deren Stichprobengrößen sowohl für die Kollisionsopfer als auch die Querungsintensität ausreichend hoch waren. Um Verzerrungen durch Wirkungen von Erdseilmarkierungen zu vermeiden, wurden zur Ermittlung der absoluten Kollisionsraten ausschließlich Daten der unmarkierten control-Abschnitte verwendet. Da die Situation durch die steil aufsteigenden Seilsysteme bezogen auf die Gesamtleitung in Abschnitt „Süd“ nicht repräsentativ ist, zeigt Tab. 2 ausschließlich Daten des Zählstandortes „Nord“.

Die Indexwerte der einzelnen Arten unterscheiden sich zum Teil deutlich voneinander. Um die Güte der Schätzungen einzusehen, wurde als Maß die Länge des Konfidenzintervalls des Kollisionsindex verwendet. Sehr niedrige Kollisionsraten mit einem Wert von < und um 0,01 Prozent zeigten sich für Weißwangengans, Blässgans, Graugans und Kormoran. Die ermittelten Werte besitzen eine ge-

ringe Spanne der Konfidenzintervalle, was für eine hohe statistische Aussagekraft spricht.

Indexwerte zwischen 0,01 Prozent und 0,05 Prozent erreichten die Arten Ringeltaube und Kiebitz, wobei die Spanne der Konfidenzintervalle ebenfalls gering bzw. mittelgroß ist. Graureiher, Lachmöwe, Höckerschwan, Wacholderdrossel und Sturmmöwe zeigten schließlich steigende Indexwerte zwischen 0,055 und 2,254 Prozent, von denen allerdings die Mehrzahl durch die großen Längen der Konfidenzintervalle statistisch wenig aussagekräftig ist.

## 7. Art- und artengruppenspezifische Analyse der Wirksamkeit der Vogelschutzmarker

Die artbezogene Analyse der Wirksamkeit fokussierte auf 15 Arten, die im Gebiet besonders häufig auftraten oder die im Rahmen von Genehmigungsverfahren

**Tabelle 2:** Ermittelte Kollisionsraten für elf häufige Arten (Daten aus control-Abschnitt mit Zählstandort „Nord“). KI= 95 Prozent-Konfidenzintervall des Indexes (Länge als Maß der statistischen Aussagekraft des Wertes, grün hinterlegt: < 0,25 = Wert hoher Signifikanz, gelb hinterlegt: < 1 = Werte mittlerer Signifikanz, orange hinterlegt: > 1 = Werte geringer Signifikanz).

Art	Index [%]	Opfer pro 1.000 Querungen	95% KI (Index) unten	95% KI (Index) oben	Länge KI
Weißwangengans	0,004	0,04	0,00014	0,11907	0,119
Blässgans	0,004	0,04	0,00061	0,02958	0,029
Kormoran	0,007	0,07	0,00033	0,1443	0,144
Graugans	0,014	0,14	0,00325	0,06036	0,057
Ringeltaube	0,026	0,26	0,00535	0,12334	0,118
Kiebitz	0,038	0,38	0,00509	0,28734	0,282
Graureiher	0,055	0,55	0,00184	1,62105	1,619
Lachmöwe	0,068	0,68	0,00221	2,0615	2,059
Höckerschwan	0,248	2,48	0,07797	0,79034	0,712
Wacholderdrossel	0,387	3,87	0,0432	3,47037	3,427
Sturmmöwe	2,254	22,54	0,0429	117,3053	117,26

eine besondere Rolle spielen. Darüber hinaus wurden zudem artengruppenspezifische Auswertungen vorgenommen. In Tab. 3 werden für 15 ausgewählte Arten die Ergebnisse der artspezifischen Reduktionswirkung aufgeführt.

Es wird deutlich, dass allein für Weißwangengans und Graugans statistisch signifikante Werte vorliegen, die eine sehr hohe Wirksamkeit der Marker belegen (Reduktion um 82 Prozent bzw. 89 Prozent,  $p \leq 0,05$ ). Für beide Arten konnte eine deutlich geringere Anzahl an Kollisionsopfern bei gleichzeitig gestiegener Anzahl an Querungen in der after-Periode nachgewiesen werden. Für Stockente, Rabenkrähe und Ringeltaube wurden ebenfalls hohe bis sehr hohe Reduktionswerte von -79 Prozent bis -91 Prozent berechnet, die allerdings nur schwach signifikant sind ( $0,05 < p < 0,1$ ). Alle anderen ausgewerteten Arten weisen nicht signifikante ( $p > 0,1$ ) und damit wenig aussagekräftige Ergebnisse auf.

Für die analysierten Artengruppen zeigt sich, dass für Gänse und Enten hohe und gleichzeitig statistisch signifikante Reduktionswerte von -89 Prozent bzw. -81 Prozent erzielt wurden (Tab. 4). Die Rabenvögel zeigen einen ebenfalls sehr hohen Reduktionswert von -89 Prozent, der allerdings nur schwach signifikant ist. Alle anderen Artengruppen weisen nicht signifikante Werte auf.

## 8. Diskussion

### 8.1 Kollisionsgefährdung und Wirksamkeit der Erdseilmarkierung

Die ermittelte Gesamtzahl von 1.224 Kollisionsopfern aus 63 Arten in zwei Jahren unterstreicht das erhöhte Kollisionsrisiko an Hochspannungsfreileitungen in Rastgebieten mit überwiegend geringen Flughöhen.

Die statistisch signifikanten Ergebnisse zur Wirksamkeit der verwendeten Marker für die Arten Weißwangengans, Graugans, Stockente, Rabenkrähe und Ringeltaube mit Werten zwischen -79 Prozent und -91 Prozent Reduktion bestätigen die sehr hohe Wirksamkeit der verwendeten Marker, die bereits von FANGRATH (2004), HARTMAN et al. (2010) und BERNSHAUSEN et al. (2014) für unterschiedliche Habitat-typen Deutschlands und der Niederlande gezeigt werden konnte. Untermauert wird die festgestellte Wirksamkeit der Marker durch die Ergebnisse der Reaktionsstudien. Diese zeigen für viele Arten eine Zunahme der Reaktionsdistanz und eine Erhöhung des Anteils an Überflügen zuzunehmen der Durch- und Unterflüge.

Die Markierung von Erdseilen von Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen mit effektiven Vogelschutzarmaturen stellt folglich eine zielführende Maßnahme zur

**Tabelle 3:** Artspezifische Ergebnisse der Kollisionsminderung ausgewählter Arten

Art	Reduktion Vogelschlag [%]	p-Wert	Art	Reduktion Vogelschlag [%]	p-Wert
Weißwangengans	-82	0,001	Blässgans	-60	0,338
Graugans	-89	0,006	Wacholderdrosel	-48	0,355
Stockente	-79	0,058	Lachmöwe	+22	0,394
Rabenkrähe	-91	0,064	Kiebitz	-100	0,399
Ringeltaube	-88	0,082	Graureiher	nk	nk
Star	-71	0,196	Sturmmöwe	nk	nk
Höckerschwan	+191	0,210	Singdrossel	KA	KA
Kormoran	+328	0,239			

Legende:  $p < 0,001$ : höchst signifikant;  $p < 0,01$ : hoch signifikant;  $p < 0,05$ : signifikant;  $p < 0,1$ : schwach signifikant; nk: Modell hat nicht konvergiert; KA: Angabe nicht sinnvoll

Reduzierung des Kollisionsrisikos dar. Im Hinblick auf Genehmigungsverfahren sind Markierungen daher in der Regel geeignet, die Kollisionsrate unter die Erheblichkeits- bzw. Signifikanzschwelle bei der Beurteilung der NATURA 2000-Verträglichkeit und des speziellen Artenschutzes gemäß § 44 BNatSchG zu verringern (Maßnahme zur Schadensbegrenzung, artenschutzrechtliche Vermeidungsmaßnahme).

## 8.2 Gebietsspezifische Konstellation – Übertragbarkeit

Inwieweit eine Erdeilmarkierung tatsächlich ausreicht, die Kollisionsrate unterhalb die Erheblichkeits- bzw. Signifikanzschwelle zu senken, ob weiterführende Maßnahmen erforderlich werden und inwieweit die im Zuge der vorliegenden Studie erzielten Ergebnisse auf andere Projektgebiete übertragbar sind, muss fachgutachterlich bewertet werden. Hierbei spielt die „gebietsspezifische Konstellation“ eine tragende Rolle, unter der neben dem Artenspektrum, der Habitatausstattung und dem spezifischen Raumnutzungsverhalten der Arten auch besonders relevante Leitungsmerkmale wie Gesamthöhe, Anzahl der Traversen, Anzahl der Leiterseile pro Leiterbündel sowie Parallelführung zu verstehen sind (vgl. auch FNN/VDE 2014, BERNOTAT & DIERSCHKE 2016).

Für die Übertragbarkeit von Ergebnissen einer Studie auf andere Projektgebiete ist stets ein Vergleich der „gebietsspezifischen Konstellation“ erforderlich, welche in seiner Gesamtheit Einfluss auf das Kollisionsrisiko einer Art besitzen kann. Auch können anthropogene und natürliche Störgrößen sowie extreme Witterungsbedingungen Einfluss auf das Kollisionsrisiko einer Art nehmen. Im Gebiet der vorliegenden Studie führten vor allem Sportflugzeuge und der Seeadler zu teils häufigen Störungen rastender Trupps. Auch KREUTZER (1997) weist auf die Bedeutung von Störungen durch Hubschrauber hin. ALBRECHT et al. (2009) berücksichtigen den Einfluss von häufigem Nebel bei der Ermittlung der Kollisionsrate des Kranichs und HAACK (1997) begründet stärkere Kollisionereignisse von Blässgänsen am Niederrhein mit einzelnen Starkwindtagen. BERNSHAUSEN et al. (2014) nennen schließlich Attacken des Wanderfalken sowie eine besondere Leitungskonstellation in Form einer Parallelführung als Grund für eine verminderte Wirkung von Erdseilmarkierungen auf die Ringeltaube.

Auch im Rahmen der vorliegenden Studie konnte ein direkter Zusammenhang von besonders ungünstigen Witterungsbedingungen und einem erhöhten Kollisionsrisiko festgestellt werden. So herrschte bei der Mehrzahl der direkt beobachteten Kollisionen starker Wind, der nicht nur

**Tabelle 4:** Ergebnisse der Kollisionsminderung ausgewählter Artengruppen

Artengruppe	Reduktion Vogelschlag [%]	p-Wert
Gänse	-89	0,0002
Enten	-81	0,027
Rabenvögel	-89	0,076
Tagziehende Singvögel ohne Star und ohne Drosseln	-58	0,173
Möwen	+277	0,199
Limikolen	+264	0,252
Reiher	+453	0,269

Legende:  $p < 0,001$ : höchst signifikant;  $p < 0,01$ : hoch signifikant;  $p < 0,05$ : signifikant;  $p < 0,1$ : schwach signifikant; nk: Modell hat nicht konvergiert; KA: Angabe nicht sinnvoll

den Flug beeinflusste und den Durchflug durch die Seilebenen erschwerte, sondern auch die Seile selbst in Bewegung versetzte und somit die Gesamtsituation nochmals verschärfte. In der Folge konnten (zumeist nicht letale) Kollisionen von Gänsen (4), Höckerschwan (4), Ringeltaube (1), Reiher (3) und Kormoran (2) beobachtet werden, wobei auch Kollisionen mit den Leiterseilen auftraten.

Eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Gebiete erscheint dann möglich und fachlich legitim, wenn in einem Gebiet ein vergleichbares oder ein geringeres konstellationsspezifisches Risiko vorliegt. Für die Ergebnisse der vorliegenden Studie ist hervorzuheben, dass sie in einer Art „worst case-Gebiet“ ermittelt wurden, in dem ein sehr hohes Vogelaufkommen, vergleichsweise häufige Störungen und eine ungünstige, zumindest im Hinblick auf die Neubauvorhaben in Schleswig-Holstein untypische Leitungskonstellation (3 Traversen, 2er-Bündel-Leitenseile) vorherrschen.

Die Ergebnisse für den Höckerschwan zeigen, welchen starken Einfluss die gebietsspezifische Situation auf die artspezifische Wirksamkeit von Markierungen haben kann. Das Ergebnis von +191 Prozent impliziert eine starke, jedoch nicht signifikante Zunahme ( $p = 0,21$ ) von Schlagopfern in der after-Periode. Es lässt sich schlussfolgern, dass die Erdseilmarkierung im Untersuchungsgebiet für den Höckerschwan kaum Wirkung zeigte und es in der impact-Fläche und after-Periode Ereignisse gegeben haben muss, die Kollisionen des Höckerschwans begünstigten. Eine mögliche Begründung liegt im Rast- und Flugverhalten der Art. So war der Höckerschwan die Art mit den höchsten Anteilen an Unter- und Durchflügen. Die Art rastete häufig sehr leitungsnahe in der impact-Fläche im Grünland, das in der after-Periode zur Rastzeit lange Zeit überschwemmt war. Es ist zu vermuten, dass die leitungsnahe Rast kombiniert mit anthropogenen (z. B. Sportflugzeuge) und natürlichen Störungen (z. B. Seeadler) zu

dem hohen Anteil an Unter- und Durchflügen führte, da der Höckerschwan eine Art ist, die eine lange Distanz benötigt, um Höhe zu gewinnen. So war das Kollisionsrisiko v. a. mit den unteren Leiterseilen erhöht und die am Erdseil befestigten Markierungen konnten keine Wirkungen zeigen.

Unter andersartigen gebietsspezifischen Bedingungen können jedoch auch für diese Art sehr hohe Reduktionswerte erzielt werden, wie Untersuchungen von FROST (2008) und KOOPS (1997) zeigen. Die Autoren wiesen Werte von über 90 Prozent Reduktion für überfliegende Höckerschwäne nach.

### 8.3 Artspezifische Empfindlichkeiten

Durch die Ermittlung von artbezogenen Kollisionsraten trägt die vorliegende Studie zum Wissensstand über das artspezifische Kollisionsrisiko bei. Eine erste umfassende Kategorisierung der Empfindlichkeiten gegenüber dem Leitungsanflug haben BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) vorgelegt. Die Einstufung basiert auf einer Literaturobwohl und stützt sich v. a. auf das Flugverhalten (Balzflüge, Fluggeschwindigkeit, Manövrierfähigkeit), die Schwarmbildung und die Anzahl an gefundenen Kollisionsopfern im Verhältnis zur Häufigkeit einer Art in Deutschland.

Aus der artspezifischen Kollisionsrate können – in deutlichem Unterschied zu reinen Kollisionsopferzahlen – besonders aussagefähige Erkenntnisse zur Empfindlichkeit einer Art gegenüber dem Leitungsanflug abgeleitet werden, da hier zeitlich und örtlich variierende Querungsintensitäten mit berücksichtigt werden.

Im Ergebnis konnte zum einen gezeigt werden, dass Unterschiede zwischen den einzelnen Arten bestehen, da das Kollisionsrisiko eine artspezifische Größe ist und maßgeblich durch die physiologische und physiognomische Konstitution einer Vogelart bestimmt wird. Zum anderen

wurde deutlich, dass die Kollisionsrate auch von der gebietsspezifischen Konstellation beeinflusst werden kann und somit nicht nur eine artspezifische, sondern auch eine gebietsspezifische Größe ist.

Mit den statistisch validen Werten von 0,004 Prozent bis 0,038 Prozent für die Arten Weißwangengans, Blässgans, Kormoran, Graugans, Ringeltaube und Kiebitz liegen die ermittelten Kollisionsraten teilweise sehr niedrig. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass diese Werte in einem Gebiet mit sehr hohem Rastaufkommen, regelmäßigen Störungen und mit einer vergleichsweise kollisionsgefährlichen Leitung ermittelt wurden.

Artspezifische Kollisionsraten wurden in der Vergangenheit äußerst selten ermittelt, da bei den meisten Kollisionsstudien keine Überflüge ermittelt wurden. ALBRECHT et al. (2009) geben eine Kollisionsrate für den Kranich von 0,009 Prozent in von Maisäckern dominierten Nahrungshabitaten an. Für die gleiche Art ermittelten JANS & FERRER (2000) in ebenfalls ackerdominierten Rasthabitaten einen Wert von 0,004 Prozent. MEYER & LEE (1979) berechneten Kollisionsraten für Enten von 0,05 bis 0,07 Prozent. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse wird deutlich, dass die im Rahmen der vorliegenden Studie ermittelten Kollisionsraten in einer vergleichbaren Größenordnung liegen.

Über die ermittelten Kollisionsraten hinaus können aus den Ergebnissen weitere Aussagen zur art- bzw. artengruppen-spezifischen Empfindlichkeit abgeleitet werden. Vor allem bestätigt sich die geringe bis sehr geringe Anfluggefährdung von Greifvogelarten, auf die bereits HOERSCHELMANN et al. (1988) und LANGGEMACH (1997) hinweisen und die sich auch deutlich in der überwiegend geringen Empfindlichkeitseinstufung von BERNOTAT & DIERSCHKE (2016) widerspiegelt. So wurden in beiden Untersuchungsjahren insgesamt 1.671 Querungen von 13 Greifvogelarten (v. a. Mäusebussard und Turmfalke) erfasst und gleichzeitig nur zwei

kollidierte Turmfalken gefunden. Vom Seeadler konnten insgesamt 110 Querungen beobachtet werden, bei denen ein auffällig hoher Anteil von Flügen durch die Seilebenen und Überflüge knapp über die Erdseile erfasst wurde. Dies spricht für eine sehr gute Kenntnis und Wahrnehmbarkeit der Leitung durch die ortsansässigen Vögel. Eine sehr ähnliche Einschätzung kann für die Gruppe der Rabenvögel erfolgen.

Für Graureiher und Kormoran zeigte sich, dass die wenigen gefundenen Anflugopfer fast ausschließlich während der Zugzeit erfasst wurden. Es deutet sich somit eine geringere Anfluggefährdung der Arten für ansässige Brutvögel hin. Der Graureiher zeigte einen hohen Anteil an Unter- und Durchflügen, was als Gewöhnungseffekt ansässiger Brutvögel gedeutet werden kann.

## 8.4 Ausblick

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie haben gezeigt, dass mit einem umfangreichen Untersuchungskonzept zahlreiche belastbare Aussagen hinsichtlich der Wirksamkeit von Erdseilmarkierungen und der generellen Kollisionsgefährdung von Vogelarten abgeleitet werden können. Gleichzeitig hat sich aber auch gezeigt, dass der Ermittlung artspezifischer Werte, die dem Anspruch der statistischen Signifikanz genügen wollen, trotz des sehr guten Untersuchungsumfangs Grenzen gesetzt sind.

Zur Verbesserung der artspezifischen Datenlage sollten in Zukunft weitere Studien mit dem Ziel initiiert werden, für besonders planungsrelevante Arten mit unzureichender Datenlage (z.B. Kranich, Wiesenlimikolen) belastbare Ergebnisse zu generieren. Zudem muss versucht werden, sämtliche belastbare Daten zur Wirksamkeit von Markierungen zu sammeln und als Grundlage für eine Übertragung auf hinreichend ähnliche Arten und Artengruppen zu bewerten. Dieser Weg wurde kürzlich durch das F+E-Vorhaben

„Artspezifische Wirksamkeit von Vogelschutzmarkern“ des BfN beschränkt, das über die Definition von „Referenzarten“ und eine Ähnlichkeitsanalyse eine Übertragung abgesicherter artspezifischer Ergebnisse auf Arten ohne vorliegende Ergebnisse zu operationalisieren versucht (vgl. LIESENJOHANN et al. 2019). Einen vergleichbaren Ansatz haben bereits IBUe (2017) vorgelegt.

## 9. Literatur

- ALBRECHT, I., D. DRANGMEISTER, F. KÖRNER, K. LEHN, U. MARXMEIER & F. NIEMEYER (2009): Ermittlung des Kollisionsrisikos für Kraniche *Grus grus* während der Herbst- und Frühjahrsrast innerhalb des nordwestlichen Teils der Diepholzer Moorniederung an einer geplanten 380-kV-Freileitung. – Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, 44.
- BARRIENTOS, R., C. PONCE, C. PALACÍN, C. MARTÍN, B. MARTÍN & J. C. ALONSO (2012): Wire marking results in a small but significant reduction in avian mortality at power lines: a baci designed study. – PLoS One, 7(3): e32569.
- BERNOTAT, D. & V. DIERSCHKE (2016): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen 3. Fassung – Stand 20.09.2016, 460 S.
- BERNSHAUSEN, F., J. KREUZIGER, K. RICHARZ & S. SUDMANN (2014): Wirksamkeit von Vogelabweisern an Hochspannungsfreileitungen – Fallstudien und Implikationen zur Minimierung des Anflugrisikos. – Naturschutz und Landschaftsplanung 46 (4): 107–115.
- FANGRATH, M. (2004): Umsetzung der Markierungsarbeiten an einer 110 kV Freileitung im Queichtal (Rheinland-Pfalz)“. – Stromtod von Vögeln: 295–299.
- FNN/VDE (Forum Netztechnik / Netzbetrieb im Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.) (2014): Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen. – FNN-Hinweis, 39 S., Berlin.
- FROST, D. (2008): The use of “flight diverters” reduces mute swan *Cygnus olor* collision with power lines at Abberton Reservoir, Essex, England. – Conservation Evidence, 5: 83–91. Available at: [www.ConservationEvidence.com](http://www.ConservationEvidence.com).
- HAACK, C. T. (1997): Kollision von Bläßgänsen (*Anser albifrons*) mit einer Hochspannungsfreileitung bei Rees (Unterer Niederrhein), Nordrhein-Westfalen. – Vogel und Umwelt 9, Sonderheft: 295–299.
- HARTMAN, J. C., A. GYIMESI & H. A. M. PRINSEN (2010): Are bird flaps effective wire markers in a high tension power line? – Field study of collision victims and flight movements at a marked 150 kV power line (in Dutch). Report nr. 10-082, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- HOERSCHELMANN, H., A. HAACK & F. WOHLGEMUTH (1988): Verluste und Verhalten von Vögeln an einer 380 kV-Leitung. – Ökol. Vogel 10: 85–103.
- IBUe (Ingenieurbüro für Umwelt und Energie) (2017): Artspezifische Wirksamkeit von Vogelschutzmarkern – Landschaftsplanerische Auswertung und Ableitung im Rahmen des Umweltberichtes zur strategischen Umweltprüfung 380-kV-Höchstspannungsleitung Bertikow-Pasewalk. – Unveröff. Gutachten im Auftrag der 50Hertz Transmission GmbH. 44.S.
- JANSS, G. F. E. & M. FERRER (2000): Common crane and great bustard collision with power lines: collision rate and risk exposure. – Wildlife Society Bulletin, 675–680.
- JÖDICKE, K., H. LEMKE & M. MERCKER (2018): Wirksamkeit von Vogel-



- schutzmarkierungen an Erdseilen von Höchstspannungsfreileitungen – Ermittlung von artspezifischen Kollisionsraten und Reduktionswerten in Schleswig-Holstein. – Naturschutz und Landschaftsplanung **58 (8)**: 286–294.
- KOOPS, F. B. J. (1997): Markierungen von Hochspannungsfreileitungen in den Niederlanden. – Vogel und Umwelt **9**, Sonderheft: 276–278.
- KREUTZER, K.-H. (1997): Das Verhalten von überwinterrnden, arktischen Wildgänsen im Bereich von Hochspannungsfreileitungen am Niederrhein (Nordrhein-Westfalen). – Vogel und Umwelt **9**, Sonderheft: 129–145.
- LANGGEMACH, T. (1997): Stromschlag oder Leitungsanflug? – Erfahrungen mit Großvogelopfern in Brandenburg. – Vogel und Umwelt **9**, Sonderheft: 167–176.
- LIESENJOHANN, M., J. BLEW, S. FRONCZEK, M. REICHENBACH & D. BERNOTAT (2019): Artspezifische Wirksamkeiten von Vogelschutzmarkern an Freileitungen. Methodische Grundlagen zur Einstufung der Minderungswirkung durch Vogelschutzmarker – ein Fachkonventionsvorschlag. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). BfN-Scripten **537**: 286 S.
- LLUR (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein) (2013): Tierökologische Empfehlungen zur Berücksichtigung tierökologischer Belange beim Leitungsbau auf der Höchstspannungsebene, Stand Januar 2013.
- MARTI, C. (1998): Auswirkungen von Freileitungen auf Vögel – Dokumentation. – Schriftenreihe Umwelt Nr. 292. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 90 S.
- MEYER, J. R. & J. M. LEE (1979): Effects of transmission lines on flight behavior of waterfowl and other birds. In: Second Symposium on Environmental Concerns in Rights-of-Way Management, University of Michigan, Ann. Arbor
- NETZ, B.-U. (2012): Die Brutvögel in den Vogelschutzgebieten an der schleswig-holsteinischen Unterelbe – Brutvogelmonitoring 2007–2011. – Hamburger avifaunistische Beiträge, **40**: 5–53.
- SCHAWALLER, F. & A. MITSCHKE (2008): Die Rastvögel der Haseldorfer und Wedeler Marsch 1997 bis 2004. – Hamb. Avif. Beitr. **35**: 5–102.
- SCHWARZ, C. J. (2014): Analysis of BACI experiments. In Course Notes for Beginning and Intermediate Statistics, Available at <http://www.stat.sfu.ca/cschwarz/CourseNotes/>, Chapter 12.

Anschrift des Verfassers:

DIPL.-BIOL. KLAUS JÖDICKE,  
BIA – Biologen im Arbeitsverbund,  
Bahnhofstraße 75,  
D-24582 Bordesholm, Deutschland

## Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen

von CHRISTIAN TRIMPE, Dortmund

*Keywords:* Vogelschutz, Höchstspannungsfreileitungen, Planungsebenen, Einflussfaktoren, Bundesfachplanung, Untersuchungstiefe, Vermeidungsmaßnahmen

*Bird protection, extra-high-voltage overhead power lines, planning levels, influencing factors, federal sector planning, depth of investigation, avoidance measures*

*Zusammenfassung:* In einem kurzen Überblick werden angemessene Optionen und Anforderungen hinsichtlich der Einbeziehung von Vogelschutzaspekten in die Planung von Höchstspannungsfreileitungen beschrieben. Das Papier zeigt, dass die frühzeitige Kenntnis von Vogelvorkommen bereits in frühen Planungsprozessen vorteilhaft ist. Durch die frühzeitige und hinreichend genaue Berücksichtigung ist es möglich rechtliche Unsicherheiten in nachfolgenden Planungsphasen sowie zu hohe Genehmigungsaufgaben für die Bauphase zu mindern.

*Abstract:* This short overview discusses appropriate options and requirements regarding the inclusion of bird protection aspects in the planning of extra-high-voltage overhead power lines. The paper shows that early knowledge of avian occurrence is beneficial already in early planning processes. Early and sufficiently accurate consideration avoids legal uncertainties in subsequent planning phases as well as exaggerated approval requirements for the construction work.

### 1. Einleitung

Für eine sichere Energieversorgung und die Integration erneuerbarer Energien ist der Ausbau des Übertragungsnetzes erforderlich. Hierbei müssen die Netzbetreiber im Genehmigungsverfahren zahlreiche planungsrechtliche Randbedingungen sowie den Natur- und Artenschutz jeweils der Planungsebene angemessen berücksichtigen. Im Folgenden wird dargestellt, wann und wie Vogelschutzaspekte bei der Planung von Freileitungstrassen im Verlauf des Planungsprozesses Anwendung finden können.

### 2. Maßnahmen des Vogelschutzes in frühen Planungsphasen

Soweit ausreichend belastbare Daten zu Vorkommen und Verteilung anflug-

gefährdeter Arten vorliegen, können die Netzbetreiber Vogelschutz-Maßnahmen bereits in frühen Planungsprozessen berücksichtigen. In der Regel sind Informationen zu bedeutenden Brut- und Rastgebieten abrufbar. Dabei ist die frühzeitige Kenntnis über Vogelvorkommen wichtig, nachdem die Anforderungen des strikten Rechts, hier §§ 34 und 44 BNatSchG, belastbare Aussagen schon in der frühen Planungsphase verlangen. Von zentraler Bedeutung ist § 44 Abs. 1 BNatSchG. Diese Norm verbietet die Schädigung der wildlebenden Tiere, insbesondere auch deren Fortpflanzungs- und Ruhestätten, soweit diese zu den besonders geschützten Arten gehören. Die europäischen Vogelarten dürfen nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderzeiten nicht „erheblich gestört“ werden. Eine solche Störung liegt vor, wenn sich

der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert. Bezüglich dem Tötungsverbot führt § 44 Abs. 5 BNatSchG aus, dass ein Verstoß gegen das Tötungs- und Verletzungsverbot nach Absatz 1 Nummer 1 nicht vorliegt, wenn die Beeinträchtigung durch den Eingriff oder das Vorhaben das Tötungs- und Verletzungsrisiko für Exemplare der betroffenen europäischen Vogelarten nicht signifikant erhöht und diese Beeinträchtigung bei Anwendung der gebotenen, fachlich anerkannten Schutzmaßnahmen nicht vermieden werden kann.

Zur Vermeidung von erheblichen Beeinträchtigungen von Natura 2000-Gebieten und dem Eintreten artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände können vorlaufende Maßnahmen geboten sein.

### 3. Vogelschutzaspekte an Freileitungstrassen

Freileitungen wirken auf Vögel in unterschiedlicher Weise. Vögel können sich durch Anflug der Seile von Freileitungen aller Spannungsebenen verletzen oder zu Tode kommen. Im Gegensatz zum Vogelanzug kommen Kurz- und Erdschlüsse nur im Mittelspannungsbereich vor. § 41 BNatSchG regelt die Vermeidbarkeit dieses Wirkfaktors. Die VDE-Anwendungsregel gibt dazu verbindlich die erforderlichen konstruktiven Maßnahmen vor (VDE 2011; s. auch RICHARZ 2019). Bei Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen ist dieser Faktor in der Regel nicht relevant. Zu den Kollisionsverlusten an Freileitungen kommt eine von diesen Bauwerken ausgehende Meide- und Störwirkung auf Vögel noch hinzu. Unter anderem konnten die im Rahmen des RWE-/Amprion-Forschungsvorhabens „Vogelverhalten an Freileitungen“ gewonnenen Untersuchungsergebnisse zeigen, dass nach der Errichtung von Hochspannungsfreileitungen ehemals besetzte Brutplätze von bodenbrütenden Wiesenvögeln gemieden werden; überwinterte Wildgänse nutz-

ten Äsungsflächen unter Trassen weniger (s. RICHARZ 2019). Dass neben der Meidung auch der Faktor Störung zu berücksichtigen ist, zeigt z.B. das zusätzlich vermehrte Sichern und das verringerte Komfortverhalten von Wildgänsen in Trassen-nähe (KREUTZER 1997). Daneben nutzen einige Arten Freileitungen als An-

sitz- warte, Nistgelegenheit oder Sammelplatz. So können für bodenbrütende Offenlandarten Freileitungen in zweifacher Weise nachteilig sein. Neben der Meidung dieser horizontalen Strukturen kommt noch die Ansitzmöglichkeit von Prädatoren (Greifvögel, Rabenvögel) auf Freileitungen hinzu, die von dort die Brutplätze ausspähen und Gelege wie Vögel erbeuten können (s. RICHARZ & BERNSHAUSEN 2017). Für einige Arten werden die Freileitungsmaste sogar zu Ersatzlebensräumen, indem sie darauf bevorzugt nisten und brüten – entweder in Ermangelung natürlicher Strukturen oder wegen des höheren Komforts und der stabilen Gittermasten. Daneben bilden zur Zugzeit im Herbst und Winter die Leitungen auch Rast- und Sammelpunkte für eine Reihe ziehender Arten (s. DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE & BUND HEIMAT UND UMWELT 2013). Zu den Wirkfaktoren von Freileitungen auf Vögel in der Betriebsphase können während der Bauphase weitere (wenn auch vorübergehende) Störungen durch den Baubetrieb hinzukommen. Auch diese müssen die Netzbetreiber berücksichtigen.

Nachdem die Auswirkungen von Freileitungen auf Vögel möglichst frühzeitig und genau erkannt werden sollten, um schon auf frühen Planungsebenen das Vermeidungsprinzip anwenden zu können, stellt sich Frage, welche Aspekte auf den unterschiedlichen Planungsebenen zu betrachten und wie sie zu bewerten sind.

#### 4. Die Planungsebenen bei der Bundesfachplanung und ihr Pendant bei herkömmlichen Verfahren

##### 4.1 Zur Begriffsbestimmung

###### *Bundesfachplanung der Bundesnetzagentur*

Leitungsbauprojekte, die im Bundesbedarfsplangesetz als länderübergreifend oder grenzüberschreitend gekennzeichnet sind, durchlaufen die Bundesfachplanung. Eingeführt wurde das Genehmigungsverfahren mit dem Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG). Zuständig ist die Bundesnetzagentur. Sie koordiniert das Verfahren und beteiligt die Öffentlichkeit sowie alle betroffenen Behörden und öffentlichen Stellen (die Träger öffentlicher Belange, kurz TÖB).

###### *Raumordnungsverfahren der Landesbehörden*

Die Zuständigkeit für alle anderen Leitungsbauvorhaben regeln die Bundesländer. In einem sogenannten Raumordnungsverfahren (kurz ROV), in dessen Rahmen ebenfalls eine strategische Umweltprüfung durchgeführt wird, bestimmen die zuständigen Landesbehörden einen geeigneten Trassenkorridor. Bei bestehenden Trassen ist ein solches Verfahren grundsätzlich nicht nötig – eventuelle Anpassungen des Trassenverlaufs werden dann innerhalb der Planfeststellungsverfahren vorgenommen. Auch in diesem Verfahren, das ähnlich abläuft wie die Bundesfachplanung, sind die Träger öffentlicher Belange beteiligt. Rechtliche Grundlage ist das Raumordnungsgesetz (ROG).

##### 4.2 Bundesfachplanung oder Raumordnungsverfahren?

Mit dem Erlass des Bundesbedarfsplangesetzes stehen die Anfangs- und Endpunkte der künftigen Höchstspannungsleitungen fest. Im nächsten Schritt

geht es um die Festlegung der Trassenkorridore – bis zu 1.000 Meter breite Streifen, in denen später einmal die Leitungen verlaufen werden. Zunächst schlägt der zuständige Netzbetreiber einen Korridorverlauf vor. In seinem Antrag muss er zudem auch mögliche Alternativen darlegen. Bei der Auswahl des Korridors spielen nicht nur technische und wirtschaftliche Aspekte eine Rolle – es müssen auch die Belange der Menschen in der Region, der Naturschutz und das Landschaftsbild berücksichtigt werden.

Für alle Vorhaben des Bundesbedarfsplanes, die nur ein einzelnes Bundesland betreffen, ist eine Landesbehörde zuständig. Sie führt in den meisten Fällen ein Raumordnungsverfahren (ROV) durch, um über den Antrag zu entscheiden. Die Verantwortung für Höchstspannungsleitungen, die durch mehrere Bundesländer oder ins Ausland führen sollen, liegt dagegen grundsätzlich bei der Bundesnetzagentur. Hierfür sieht das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) die sogenannte Bundesfachplanung vor. Der wesentliche Unterschied zum Raumordnungsverfahren besteht darin, dass der am Ende des Bundesfachplanungsverfahrens festgelegte Trassenkorridor für das darauf folgende Planfeststellungsverfahren verbindlich ist. Dies und ein bundesweit einheitliches Vorgehen sollen dazu beitragen, die Planung der benötigten Leitungen zu beschleunigen.

Das Festlegen der exakten Leitungsverläufe erfolgt schließlich im Planfeststellungsverfahren (PFV). Der Planfeststellungsbeschluss legt wie eine Baugenehmigung alle wichtigen Details der zukünftigen Höchstspannungsleitung fest. Dazu gehört beispielsweise der genaue Verlauf der Trasse. Grundlage der Planfeststellung sind das Raumordnungsverfahren oder die Bundesfachplanung. Auch das Planfeststellungsverfahren beginnt mit einem Antrag des Übertragungsnetzbetreibers. Der Antrag enthält Pläne und Beschreibungen des Vorhabens sowie Erläuterungen zu den Umweltauswirkungen. Nach Eingang

des vollständigen Antrags führen die Bundesnetzagentur oder die zuständige Landesbehörde eine Antragskonferenz mit den Trägern öffentlicher Belange sowie den Vereinigungen und Verbänden durch. Die entsprechende Behörde prüft die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung. Diese Prüfung ist sehr viel konkreter als bei der Bundesfachplanung, da nun detaillierte Informationen zur geplanten Leitung vorliegen. Unter anderem sind jetzt genaue Maststandorte und Wege, auf denen später Baufahrzeuge fahren können, bekannt.

### 4.3 Die Betrachtungsebenen und ihre Inhalte

Der Antrag des Vorhabenträgers auf Bundesfachplanung nach § 6 NABEG entspricht dem Scoping beim ROV.

Auf der Ebene von § 8 NABEG ist die Vorlage der für die raumordnerische

Beurteilung und die Strategische Umweltprüfung der Trassenkorridore erforderlichen Unterlagen geregelt (herkömmlich ROV).

§ 20 NABEG regelt die von der Planfeststellungsbehörde nach Einreichung des Antrags unverzüglich durchzuführende Antragskonferenz mit dem Vorhabenträger sowie den betroffenen Trägern öffentlicher Belange und Vereinigungen zur Festlegung des Untersuchungsrahmens (im herkömmlichen Verfahren PFV-Scoping).

§ 23 schließlich regelt die Prüfung der Umweltverträglichkeit (herkömmlich PFV).

Bezüglich des Vogelschutzes sind im Verfahren folgende gesetzliche Vorgaben zu prüfen:

- Eingriffsregelung: Handelt es sich um erhebliche Beeinträchtigungen gem. § 14 BNatSchG?
- Natura 2000 Gebietsschutz: Treffen Verbote des § 34 BNatSchG zu?
- Artenschutz: Handelt es sich um Eingriffe gem. § 44 (1) Nr. 1-3 BNatSchG (s.o.)?



Abb. 1: Trassenkorridore Karte Schutzgebiete – Ebene Bundesfachplanung.

Beim Nichteintreten der Verbotstatbestände des § 44 (1) Nr. 1-3 BNatSchG sind gleichzeitig in aller Regel auch erhebliche Beeinträchtigungen im Sinne der Eingriffsregelung und des Natura 2000-

bietssschutzes zu verneinen. Daher muss der zuständige Netzbetreiber die unterschiedlichen Wirkfaktoren von Freileitungen auf Vögel für die konkrete Situation möglichst differenziert (nach Arten, Le-

**Tabelle 1:** Betrachtungsebenen in der Übersicht

Bundesfachplanung	herkömmliche Verfahren
§ 6 NABEG	ROV-Scoping
§ 8 NABEG	ROV
§ 20 NABEG	PFV-Scoping
§ 23 NABEG	PFV

**Tabelle 2:** Von Freileitungen ausgehende Wirkfaktoren und ihre rechtliche Einordnung

Wirkfaktor	rechtliche Einordnung
Vogelanflug	Tötung gem. § 44 (1) Nr. 1 BNatSchG
Kurz- und Erdschluss	Tötung gem. § 44 (1) Nr. 1 BNatSchG (für HFL i. d. R. nicht relevant)
Meidung	Beeinträchtigung der Fortpflanzungs- und Ruhestätten gem. § 44 (1) Nr. 3 BNatSchG
Bau	Störung gem. § 44 (1) Nr. 2 BNatSchG



**Abb. 2:** Bestands- und Konfliktplan „Fauna“, Ebene Planfeststellungsverfahren.

bens- und Funktionsräumen sowie Bauweise der Freileitungen, ihrer Architektur sowie ihrer Einbindung in die Landschaft) bestimmen (s. hierzu auch BERNSHAUSEN 2019, BERNOTAT et al. 2019, RICHARZ 2019).

#### 4.4 Ebenengerechte Festlegung

##### *Ausgangsvoraussetzungen*

In frühen Planungsphasen betrachten die Netzbetreiber sehr große Räume und bewerten diese hinsichtlich ihrer Sensitivität. Genaue Erhebungen sind aufgrund der Größe der Räume in frühen Planungsphasen nicht leistbar.

Definition der zu leistenden Erhebungen in den unterschiedlichen Planungsphasen.

##### *Anforderungen an Art, Umfang und Tiefe von Untersuchungen*

Die Netzbetreiber müssen die erforderlichen Untersuchungen in Abhängigkeit von den naturräumlichen Gegebenheiten sowie von Art und Ausgestaltung des Vorhabens durchführen. Art, Umfang und Tiefe müssen sich dabei am Maßstab der praktischen Vernunft messen lassen. Bezüglich der Lebensraumbewertungen sind in der Regel Potenzialabschätzungen ausreichend. Die Vorkommen planungsrelevanter Arten können im Trassenverlauf durch Analogieschlüsse ermittelt werden. Dieses methodische Vorgehen ist durch die Rechtsprechung anerkannt (BVerwG. Urteil vom 12.08.2009, 9 A 64.07).

##### *Strenge rechtliche Anforderungen Natura 2000*

Im Hinblick auf die strengen rechtlichen Anforderungen von Natura 2000 dürfen nach Abschluss der Verträglichkeitsprüfung keine vernünftigen Zweifel darüber verbleiben, dass erhebliche Beeinträchtigungen eintreten können. Eine verlässliche Beurteilung der erforderlichen FFH-Verträglichkeitsuntersuchung setzt dabei die Anwendung der besten wissenschaftlichen Mittel und Quellen voraus.

##### *Auf frühen Planungsebenen*

(§ 8 NABEG/ROV) sind erforderlich:

Potenzialabschätzungen zur Feststellung von Arten

- Weist der Raum ein Habitatpotenzial für die Art auf?
- Liegt der Raum im natürlichen Verbreitungsgebiet der Art?
- Gibt es Hinweise aus der Literatur oder anderen Quellen auf das Vorkommen im Raum?

Nur in Ausnahmefällen sind auf dieser Planungsebene eigene Kartierungen zu leisten. So zum Beispiel in Vogelschutzgebieten mit Vorkommen von Vogelarten, die auf die vom Vorhaben ausgehenden Wirkungen sensibel reagieren, ohne dass für sie eine hinreichend genaue Information vorliegt.

##### *Im Planfeststellungsverfahren sind erforderlich:*

- Vertiefte Potenzialabschätzung
- Aktualisierung der Daten
- Miteinbeziehung der Kartierungsergebnisse aus ROV
- Herausarbeiten der Räume mit relevanten Vorkommen gegenüber Vorhabenauswirkungen sensibler Arten
- Kartierung von Räumen mit Datenlücken bzw. nicht aktuellen Daten.

##### *In der Bauphase sind erforderlich:*

- Überprüfung der Ergebnisse in bestimmten Bereichen im Rahmen der Ökologische Baubegleitung
- Aktualisierung der notwendigen Maßnahmen.

##### *Zwischenfazit*

Räume, in denen anfluggefährdete Vogelarten vorkommen, können bereits in frühen Planungsphasen ermittelt werden. Insbesondere die Gebiete mit bedeutenden Vorkommen solcher Arten sind lokalisierbar. Rechtsunsicherheiten bleiben dagegen bei Einzelvorkommen heimlich lebender Arten (z.B. Schwarzstorch) bestehen.

**5. Mögliche Maßnahmen des Vogelschutzes zur Vermeidung** (s. auch BERNSHAUSEN 2019, RICCHARZ 2019, WOHLGEMUTH & HEITBAUM 2019)

*Maßnahmen zur Vermeidung von Leitungsanflügen:*

- Trassierung außerhalb relevanter Räume (bei Neubau außerhalb vorhandener Trassen)
- Technische Optimierung der Trasse
- Vogelschutzmarkierungen an relevanten Abschnitten.

*Maßnahmen zur Vermeidung weiterer vorhabenspezifischer Beeinträchtigungen:*

- Trassierung außerhalb relevanter Räume (bei Neubau außerhalb vorhandener Trassen)
- Technische Optimierung der Trasse
- Bauzeitenregelungen
- Überprüfungen der Vorkommen im Rahmen der ökologischen Baubegleitung.

**6. Fazit**

Die kurze Übersicht zeigt, dass Netzbetreiber Vogelschutzaspekte frühzeitig und hinreichend genau bei der Planung von Freileitungstrassen berücksichtigen können. So lassen sich in späteren Planungsphasen Rechtsunsicherheiten vermeiden sowie in der Bauausführung praktikable Genehmigungsaufgaben erhalten und umsetzen.

**7. Literatur**

BERNOTAT, D., C. RICKERT & S. ROGAHN (2019): Zur Erfassung des konstellationsspezifischen Risikos an Freileitungen. In: Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 86–112.

BERNSHAUSEN, F. (2019): Ansätze zur Risikobewertung von Vogelkollisionen und ihre Umsetzung in die Planungspraxis. In: Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 74–85.

DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE E.V., BUND HEIMAT UND UMWELT E.V. (2013): Anforderungen an den Um- und Ausbau des Höchstspannungsstromnetzes – aus der Sicht von Naturschutz und Kulturlandschaftspflege. Schr.-R. d. Deutschen Rates für Landschaftspflege, Heft 84, S. 5–62.

KREUTZER, K.-H. (1997): Das Verhalten von überwinternden, arktischen Wildgänsen im Bereich von Hochspannungsfreileitungen am Niederrhein (Nordrhein-Westfalen). – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 129–145.

RICCHARZ, K. & F. BERNSHAUSEN (2017): Ansätze zur Bewertung und Vermeidung anlagebedingter Mortalität durch Kollision von Vögeln an Freileitungen – am Beispiel der FNN-Hinweise. In: BERNOTAT, D., V. DIERSCHKE & R. GRUNEWALD (Hrsg.): Bestimmung der Erheblichkeit und Beachtung von Kumulationswirkungen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung. S. 79–97. BfN 2017.

RICCHARZ, K. (2019): Besser schützen durch mehr Wissen und abgestimmtes Vorgehen. In: Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 5–24.

WOHLGEMUTH, B. & D. HEITBAUM (2019): Umsetzung von Vogelschutzmaßnahmen bei Amprion. In: Amprion (2019): Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen, Band zur Amprion-Tagung am 18.4.2018, S. 25–34.

VDE (2011): VDE-AR-N 4210-11 Vogelschutz an Mittelspannungsleitungen, VDE-Anwendungsregel.

Anschrift des Verfassers:

CHRISTIAN TRIMPE,  
Amprion GmbH,  
Robert-Schuman-Straße 7,  
D-44263 Dortmund





# PROGRAMM

TAGUNG „VOGELSCHUTZ AN  
HÖCHSTSPANNUNGSFREILEITUNGEN“



## 20 JAHRE ENGAGEMENT IM VOGELSCHUTZ

Die Weiterentwicklung des Vogelschutzes an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen ist Amprion ein wichtiges Anliegen. In unserer Tagung möchten wir den aktuellen Wissensstand aufzeigen, einen Einblick in aktuelle Vogelschutzmaßnahmen geben und zukünftige Ziele erarbeiten.

Zu Wort kommen Experten aus den Bereichen Natur- und Vogelschutz sowie Vertreter von Amprion als Betreiber des längsten deutschen Übertragungsnetzes. Anschlie-

ßend möchten wir Erkenntnisse, Fragestellungen und weitere Maßnahmen für einen verbesserten Vogelschutz in einem Workshop mit Ihnen diskutieren.

Während der Tagung können unterschiedliche Vogelschutzmarkierungen und Anschauungsobjekte der Vogelschutzwerke Frankfurt / Main besichtigt werden.

## ABLAUF

### Ab 08:30 Uhr

Frühstücksimbiss

### 10:00 – 10:15 Uhr

Beginn mit Begrüßung

GERALD KÄNDLER, AMPRION GMBH,  
DORTMUND

### 10:15 – 10:45 Uhr

Film „Vögel und Freileitungen“

### 10:45 – 11:00 Uhr

Besser schützen durch mehr Wissen  
und abgestimmtes Vorgehen

DR. KLAUS RICHARZ - BUNDESVERBAND  
WISSENSCHAFTLICHER VOGELSCHUTZ

### 11:00 – 11:20 Uhr

Umsetzung von Vogelschutz-  
maßnahmen bei Amprion

BJÖRN WOHLGEMUTH & DANIEL HEITBAUM,  
AMPRION GMBH, DORTMUND

### 11:20 – 11:40 Uhr

Kaffeepause

### 11:40 – 11:55 Uhr

Vogelkollisionen und deren Vermeidung –  
ein internationales Problem | Bird collisions  
with power lines and mitigation in the  
African-Eurasian region (englischer Vortrag)

HEIN PRINSEN - BÜRO WAARDENBURG,  
CULEMBORG (NIEDERLANDE)

### 11:55 – 12:10 Uhr

Erfolge im LIFE-Projekt „Groß-  
trappenschutz“ durch die Reduktion  
von Kollisionen an Stromleitungen

DR. RAINER RAAB - TECHNISCHES BÜRO FÜR  
BIOLOGIE, DEUTSCH-WAGRAM (ÖSTERREICH)

### 12:10 – 13:30 Uhr

Mittagspause

### 13:30 – 13:45 Uhr

Ansätze zur Risikobewertung von  
Vogelkollisionen und ihre Umsetzung  
in die Planungspraxis

FRANK BERNSHAUSEN - TNL UMWELTPLANUNG,  
HUNGEN

### 13:45 – 14:00 Uhr

Zur Erfassung des konstellations-  
spezifischen Risikos an Freileitungen

DIRK BERNOTAT, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ,  
LEIPZIG

### 14:00 – 14:15 Uhr

Was Vogelschutzmarkierungen leisten können

KLAUS JÖDLKE, BIOLOGEN IM ARBEITSVERBUND,  
BORDESHOLM

### 14:15 – 14:45 Uhr

Wie frühzeitig und genau können Vogel-  
schutzaspekte bei der Planung von  
Freileitungstrassen berücksichtigt werden?

CHRISTIAN TRIMPE, AMPRION GMBH, DORTMUND

### 14:45 – 15:15 Uhr

Kaffeepause

### 15:15 – 16:15 Uhr

Workshop: Wo wir stehen – was wir  
erreichen wollen / können

### 16:15 – 16:30 Uhr

Resümee und Verabschiedung