

FNN-Hinweis

Vogelschutzmarkierung
an Hoch- und Höchst-
spannungsfreileitungen

FNN

VDE

Impressum

© Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE (FNN)

Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

Telefon: + 49 (0) 30 3838687 0

Fax: + 49 (0) 30 3838687 7

E-Mail: fnn@vde.com

Internet: <http://www.vde.com/fnn>

Dezember 2014

Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen

FNN-Hinweis

Inhalt

1 Anwendungsbereich	7
2 Abkürzungen und Begriffe	8
2.1 Abkürzungen.....	8
2.2 Begriffe	8
3 Rechtsrahmen	11
3.1 Eingriffsregelung.....	11
3.2 Natura 2000	11
3.3 Besonderer Artenschutz gemäß §§ 44 ff BNatSchG.....	11
4 Avifauna und Freileitungen	13
4.1 Auswirkungen von Freileitungen	13
4.2 Kollisionsrisiko	13
4.3 Besondere ornithologische Konfliktbereiche	15
4.4 Erhöht kollisionsgefährdete Vogelarten und –gruppen	15
4.5 Vermeidung und Minimierung.....	16
5 Anforderungen an Vogelschutzmarkierungen	18
5.1 Artenschutzfachliche Anforderungen an Vogelschutzmarkierungen.....	18
5.2 Technische Anforderungen an Vogelschutzmarkierungen	19
5.2.1 Allgemeine Anforderungen	19
5.2.2 Mechanische Anforderungen.....	20
5.2.3 Elektrische Anforderungen	20
5.3 Prüfungen für Vogelschutzmarkierung	20
5.3.1 Allgemeines	20
5.3.2 Maße, Werkstoffe und Feuerverzinkung	20
5.3.3 Mechanische Prüfungen	20
5.4 Montagehinweise für Vogelschutzmarkierung.....	23
5.4.1 Grundsätze und Montagethoden	23
5.4.2 Ergänzende Hinweise zu den Montagethoden.....	23
5.5 Vorliegen und Ausschluss eines erhöhten Kollisionsrisikos.....	25
6 Weitere Schritte zur Operationalisierung der Erkenntnisse	27
6.1 Vorhabenstypspezifische Mortalitätsgefährdung der Vogelarten (Brut-/Gastvögel) durch Leitungsanflug	27
6.2 Modifiziertes Bewertungsverfahren zur Bestimmung des Avifaunistischen Gefährdungspotenziales für den Neubau von Freileitungen (in Vorbereitung)	34

Bildverzeichnis

Bild 1:	Beispiele für die Prüfanordnung	21
Bild 2:	Montage mit dem Leitungsfahrwagen (links) und mit dem Leitungsfahrrad (rechts) ..	23
Bild 3:	Verdrehung der Markierung durch nicht fachgerechten Einbau	24
Bild 4:	Montage der Vogelschutzmarkierung mit dem Hubschrauber	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Prüfkriterien (in Anlehnung an E IEC 61897:2011)	22
Tabelle 2:	Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung von Brut- u. Jahresvögeln durch Anflug an Freileitungen (DIERSCHKE & BERNOTAT 2014).	28
Tabelle 3:	Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung von Gastvögeln durch Anflug an Freileitungen (DIERSCHKE & BERNOTAT 2014).....	31

Vorwort

Der Ausbau der Übertragungs- und Verteilungsnetze ist eine Herausforderung der Energiewende. Dieser Netzausbau wird in den Höchstspannungsnetzen größtenteils durch Freileitungen erfolgen und auch in den Hochspannungsnetzen werden Freileitungen auf absehbare Zeit beim Netzausbau unverzichtbar bleiben.

Die Bewertung der umweltrelevanten Auswirkungen von neuen Leitungen gewinnt bei der Planung von Leitungen zunehmend an Bedeutung. Bei Freileitungen ist dabei vor allem die Bewertung und Minderung des Kollisionsrisikos für Vögel relevant.

Der vorliegende Technische Hinweis beschreibt die naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen und die artenschutzfachlichen und technischen Anforderungen an Vogelschutzmarkierungen. Die vorliegenden Empfehlungen wurden mit dem Ziel der Verfahrensbeschleunigung unter gleichzeitig rechtssicherer Beachtung der tierökologischen Belange, insbesondere der Anforderungen des europäischen Gebiets- und Artenschutzes von der Projektgruppe „Vogelschutzmarkierung an HS/HöS-Freileitungen“ des Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) erarbeitet.

In dieser Projektgruppe wirkten Vertreter von Netzbetreibern, Naturschutzorganisationen, Ministerien und Behörden, Planungsbüros und Herstellern mit.

1 Anwendungsbereich

Die Hinweise sind verfahrensübergreifend für die Planung neuer Freileitungen mit Nennspannungen ab 110 kV anwendbar. Sie liefern fachliche Hinweise 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. Dagegen ersetzen die Hinweise in keinem Fall die für die Planungsschritte erforderlichen Einzelfallprüfungen im Rahmen der rechtlichen Vorgaben.

Die Gefährdung von Vögeln durch Kurz- und Erdschlüsse an Mittelspannungsfreileitungen stellt einen vom Leitungsanflug unabhängigen Wirkfaktor dar, der Gegenstand der VDE-AR-N 4210-11 ist.

Der Technische Hinweis richtet sich vornehmlich an Betreiber von Hoch-/Höchstspannungsnetzen, Planungsbüros, Behörden und Naturschutzorganisationen.

2 Abkürzungen und Begriffe

2.1 Abkürzungen

BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
HS	Hochspannung
HöS	Höchstspannung
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz
LAG VSW	Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten
VSA	Vogelschutzarmatur

2.2 Begriffe

Bundesfachplanung

Ein der Raumordnung ähnelndes Verfahren zur Bestimmung der Trassenkorridore für die in einem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) gem. § 12e Abs. 4 S. 1 EnWG als länderübergreifend oder grenzüberschreitend gekennzeichneten Höchstspannungsleitungen oder gekennzeichneten Anbindungsleitungen.

Emissionen

Von einer Anlage in die Umgebung entweichende feste, flüssige oder gasförmige Stoffe, Wärme, Geräusche, Erschütterungen u.a.m. (z. B. Schadstoffemission, Wärmeemission, Lärmemission, elektromagnetische Felder).

FFH-Gebiet

Ein FFH-Gebiet ist ein Schutzgebiet, das im Sinne der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992) ausgewiesen wurde und dem Schutz von Tieren (Fauna), Pflanzen (Flora) und bestimmten Lebensräumen (Habitaten) dient, die in mehreren Anhängen zur FFH-Richtlinie aufgelistet sind. FFH-Gebiete sind ein Teil des europaweiten Natura 2000-Netzwerkes.

FFH-Verträglichkeitsprüfung

Das Natura 2000-Netzwerk erhält im BNatSchG einen besonderen Schutz. Grundsätzlich sind Projekte unzulässig, die eine erhebliche Beeinträchtigung der Gebiete vermuten lassen. Nur wenn ein Projekt aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses notwendig ist und nachweislich keine zumutbaren Alternativen bestehen, kann davon abgewichen werden. Um dies zu prüfen, muss vor der Zulassung oder Durchführung eines Projektes eine FFH- oder Natura 2000-Verträglichkeitsprüfung erfolgen.

Flyway-Population(en)

Biogeographisch abgegrenzte Population(en), die alljährlich eine mehr oder weniger klar definierte Flugstrecke zwischen Brutgebiet und Winteraufenthalt zurücklegen.

Freileitung

Eine Freileitung dient der Übertragung von elektrischem Strom und besteht im Wesentlichen aus Masten, an denen Leiterseile über Isolatoren befestigt sind. Der überwiegende Teil des deutschen Hoch- und Höchstspannungsnetzes besteht aus Freileitungen.

Erdseil

Leiter einer Freileitung, der dem Blitzschutz dient und Erdpotenzial führt (umgangssprachlich auch „Blitzschutzseil“ genannt). Es wird oberhalb der Leiterseile geführt und hat einen geringeren Querschnitt.

Leiterseile

Als Leiterseile werden die Strom führenden Seile einer Freileitung bezeichnet. In der Regel bestehen die Leiterseile aus Aluminium und einem Stahlkern.

Natura 2000

In einer europäischen Richtlinie (sog. FFH-Richtlinie von 1992) wurde vereinbart, dass die Mitgliedsstaaten der EU ein zusammenhängendes Netz besonderer Schutzgebiete mit der Bezeichnung Natura 2000 einrichten. Es besteht aus Gebieten, die bestimmte natürliche Lebensraumtypen und Lebensräume bestimmter Tier- und Pflanzenarten enthalten. Die Mitgliedstaaten haben die Verpflichtung, solche Gebiete zu erhalten und auch wiederherzustellen. Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000 umfasst Gebiete der Vogelschutzrichtlinie sowie der FFH-Richtlinie.

Pelagen

Ornithologische Bezeichnung für Hochseevögel; abgeleitet von pelagisch (= im freien Wasser befindlich; Lebewesen (hier Vögel)), die einen Großteil ihres Lebens auf hoher See verbringen und (Vögel) meist kolonieweise auf Inseln brüten.

Source-Population(en)

Vorkommen von Lebensgemeinschaften, die sich durch günstige Nachwuchs- und Überlebensraten auszeichnen und so die Ausbreitung der jeweiligen Art ermöglichen („Quellpopulationen“).

Spannungsebene

In Deutschland wird typischerweise zwischen Höchstspannung (220/380 kV), Hochspannung (110 kV), Mittelspannung (6/10/20 kV) und Niederspannung (< 1 kV) unterschieden.

Trasse

Unter einer Trasse versteht man einen Geländestreifen, der neben der eigentlichen Leitungssachse einen definierten Schutzstreifen umfasst. Bei Freileitungen im Übertragungsnetz ist eine Trasse ca. 70 m breit.

Trittstein-Gebiete

Lebensräume (Habitats), die Arten (hier Vögel) einen Zwischenstopp auf ihren Wanderungen zwischen den Hauptvorkommensgebieten ermöglichen.

Vogelschutzgebiet

Auf der Grundlage der EU-Vogelschutzrichtlinie wurden von der Bundesrepublik Gebiete ausgewiesen, die eine besondere Funktion für den europäischen Vogelschutz haben. Wie auch FFH-Gebiete sind sie Bestandteil des Schutzgebietsnetzes Natura 2000.

Vogelschutzrichtlinie

EU-Richtlinie, ursprünglich 79/409/EWG vom 2. April 1979, heute in der kodifizierten Fassung 2009/147/EG vom 30.11.2009 zur Erhaltung der europäischen wild lebenden Vogelarten u.a. durch Errichtung besonderer Schutzgebiete.

3 Rechtsrahmen

Für die Beachtung der tierökologischen Belange hinsichtlich des Leitungsanflugs an Hoch- und Höchstspannungsleitungen sind folgende Regelungen zu beachten.

3.1 Eingriffsregelung

Die Eingriffsregelung i.S.d. § 14 Abs. 1 BNatSchG gilt für die Errichtung, die Anlage und den Betrieb von Hoch- und Höchstspannungsleitungen. Der Verursacher eines Eingriffs ist nach § 15 Abs. 1 BNatSchG verpflichtet, vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen und unvermeidbare Beeinträchtigungen nach § 15 Abs. 2 bis 7 und § 16 BNatSchG i.V.m. den geltenden Landesgesetzen zu kompensieren.

Zu möglichen Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen, hier für Vögel, siehe Abschnitt 4.5.

3.2 Natura 2000

Die Vogelschutzrichtlinie (VRL) und die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, FFH-RL, die dem europäischen ökologischen Netz „Natura 2000“ zu Grunde liegen, gehören zu den wichtigsten Rechtsinstrumenten der Europäischen Union (EU) zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Europa. Die in den Richtlinien genannten Arten und Lebensräume sollen dauerhaft gesichert und in einen günstigen Erhaltungszustand gebracht werden.

Nach § 34 Abs. 1 und 2 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) sind Pläne und Projekte, in diesem Zusammenhang geplante Freileitungsvorhaben, auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines Natura 2000-Gebiets zu überprüfen, wenn sie einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen zu erheblichen Beeinträchtigungen des Gebiets in seinen maßgeblichen Bestandteilen führen können. Vogelarten spielen dabei in Vogelschutzgebieten als Arten des Anhangs 1 oder als regelmäßige Zugvogelart nach Art. 4 Abs. 2 VRL und in FFH-Gebieten ggf. als charakteristische Arten geschützter Lebensraumtypen eine Rolle.

Dabei beschränkt sich die Prüfung nicht allein auf geplante Projekte in einem Natura-2000-Schutzgebiet, sie ist vielmehr auch auf Vorhaben anzuwenden, die zwar außerhalb des Schutzgebietes liegen, in diesem aber zu erheblichen Beeinträchtigungen führen können. Die aktuelle Rechtsprechung des EuGH und des BVerwG bestätigt, dass Prüfmaßstab dabei immer die Bestände im jeweiligen Vogelschutzgebiet sind, deren Reduktion / Verschlechterung mit Sicherheit ausgeschlossen werden muss.

Die Prüfung auf Verträglichkeit nach § 34 Abs. 1 und 2 BNatSchG ist nicht erst zum Zulassungsverfahren notwendig, sondern insbesondere bereits auf Ebene der Bundesfachplanung nach §§ 4 ff. NABEG bzw. im Raumordnungsverfahren.

3.3 Besonderer Artenschutz gemäß §§ 44 ff BNatSchG

Das Artenschutzregime stellt ein eigenständiges Instrument für den Erhalt der besonders bzw. streng geschützten Arten dar. Die artenschutzrechtlichen Vorschriften betreffen sowohl den physischen Schutz von Tieren und Pflanzen als auch den Schutz ihrer Lebensstätten. Die strengen Artenschutzregelungen sind flächendeckend auch außerhalb von Schutzgebieten anzuwenden, also überall dort, wo die betreffenden Arten oder ihre Fortpflanzungs- und

Ruhestätten vorkommen und sind dementsprechend bei der Planung von Stromleitungen zu berücksichtigen.

Relevant für die Planung von Freileitungen ist die Prüfung möglicher Verstöße gegen das Tötungs- / Verletzungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG aufgrund des Unfallrisikos an den Leiter- und Erdungsseilen. Nach der Rechtsprechung muss das Vorhaben dahingehend beurteilt werden, ob das Verletzungs- / Tötungsrisiko durch das Vorhaben im Vergleich zum allgemeinen Lebensrisiko signifikant erhöht wird (vgl. BVerwG, Urteil vom 12. März 2008 - 9 A 3.06). Gegen das Tötungsverbot wird dann nicht verstoßen, wenn das Vorhaben nach naturschutzfachlicher Einschätzung unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen kein signifikant erhöhtes Tötungsrisiko für Einzelexemplare durch Kollisionen verursacht, mithin unter der Gefahrenschwelle in einem Risikobereich bleibt, der im Naturraum immer gegeben ist, vergleichbar dem ebenfalls stets gegebenen Risiko, dass einzelne Exemplare einer Art im Rahmen des allgemeinen Naturgeschehens Opfer einer anderen Art werden (vgl. BVerwG, Urteil vom 9. Juli 2008, Az.: 9 A 14.07, Rn. 91).

Dabei ist zu beachten, dass das Tötungsrisiko individuen- und nicht etwa populationsbezogen ist (BVerwG, Urteil vom 09.07.2008 – 9 A 14/07). Schon der Verlust von Einzelexemplaren kann damit den Tatbestand des § 44 Abs. 1 Nr. 1 erfüllen, selbst wenn sich dadurch der Erhaltungszustand der lokalen Population nicht verschlechtert (BVerwG, Beschl. V. 26.02.2008 – 7 B.67.07). Ob ein signifikant erhöhtes Risiko vorliegt, ist jeweils im Einzelfall in Bezug auf die Lage der Freileitungstrasse, die jeweiligen Artvorkommen, die Biologie dieser Arten und deren spezieller Raumnutzung am konkreten Standort (Raumnutzungsanalyse) zu klären. Hinweise auf die Sensibilität (insbesondere Kollisionsgefährdung) von Vogelarten in Bezug auf Freileitungen geben u. a. die Statistiken des Landesumweltamtes Brandenburg (LUGV BRANDENBURG 2013), die Entwurfsversion des EU-Leitfadens (EUROPEAN COMMISSION 2014) sowie DIERSCHKE & BERNOTAT (2014).

Die nach § 44 BNatSchG außerdem bestehenden Verbotstatbestände des Störungsverbots (Abs. 1 Nr. 2), des Beschädigungsverbots (Abs. 1 Nr. 3) und des Zugriffsverbots in Bezug auf Pflanzen (Abs. 1 Nr. 4), die bei Freileitungen ebenfalls relevant sein können, werden in den vorliegenden Hinweisen nicht weiter ausgeführt.

4 Avifauna und Freileitungen

4.1 Auswirkungen von Freileitungen

Vor allem infolge des Kollisionsrisikos, aber auch durch die mögliche Scheuch- und Zerschneidungswirkung, stellen Vögel die Tierartengruppe mit dem höchsten Konfliktpotenzial an Freileitungen dar. Weiterhin können ihre Lebensräume bau- und anlagebedingt verloren gehen oder sich verschlechtern, so etwa durch die Störwirkung der aufragenden Masten im Offenland und eine Erhöhung des Prädationsdruckes (z. B. durch Greif- und Rabenvögel in Wiesenbrüteregebieten, die durch die Masten/Seile erst Ansitzmöglichkeiten erhalten, oder die zusätzliche Gefährdung von Bodenbrütern als „Mitnahmeeffekt“ durch regelmäßig patrouillierende Bodenprädatoren im Bereich von Leitungsabschnitten mit hohen Kollisionsopferzahlen).

4.2 Kollisionsrisiko

Grundsätzlich können Vögel unabhängig von ihrer Art und Größe mit Freileitungen kollidieren (EUROPEAN COMMISSION 2014, HEINJES 1980, HÖRSCHELMANN et al. 1988). Kollisionen sind sowohl von Einzelvögeln als auch kleinen Trupps bis hin zu Massenanflügen dokumentiert (zusammengefasst in RASMUS 2009, RICHARZ 2009). Untersuchungen haben gezeigt, dass die meisten Vogelverluste in Durchzugs- und Rastgebieten mit großen Vogelzahlen vorkommen. Systematische Untersuchungen an Trassenabschnitten in küstennahen Niederungen und bedeutenden Feuchtgebieten des Binnenlandes belegen, dass in einigen besonders konflikträchtigen Bereichen mit Verlustaten zwischen 200 und 400 bis 700 Vögeln pro Jahr und Leitungskilometer zu rechnen ist (GROSSE et al. 1980, RICHARZ & HORMANN 1997). Dabei verunglückten dort vor allem feuchtgebietsgebundene Arten wie Entenvögel, Rallen, Watvögel und Möwen. In Ausnahmefällen können auf kurzen Strecken noch höhere Anflugzahlen vorkommen (BERNSHAUSEN et al. 2014). Dagegen war in Kulturlandschaften ohne größere Anteile von Stillgewässern und Flüssen sowie in walddominierten Mittelgebirgslandschaften nur ein geringer Kollisionsverlust an Freileitungen festzustellen. Letzteres gilt jedoch nicht für Wälder mit Vorkommen von Arten/-gruppen mit höherem Kollisionsrisiko (Schwarzstorch, Raufußhühner, Waldschnepfe, Ziegenmelker).

In den Bundesländern mit Küsten und Anteilen am Norddeutschen Tiefland ist insgesamt eine besondere Kollisionsgefährdung mit hohen Verlustaten zu erwarten, weil sie durch ihre küstennahe Lage zwischen Skandinavien und Mitteleuropa sowie durch die Lage am Wattenmeer als Drehscheibe des nord-, ost- und mitteleuropäischen Vogelzuges gelten. Schätzungsweise mehrere Millionen Entenvögel, Watvögel und Möwen sowie 50-100 Millionen Singvögel queren alljährlich diese Gebiete (KOOP 2002). Außerdem rasten zahlreiche Arten in traditionellen Rastgebieten auch im Binnenland, zwischen denen ein reger Austausch besteht.

Die Ursache für Kollisionen liegt darin, dass die Seile, hier aber insbesondere die Erdseile, nicht oder zu spät gesehen werden und die Vögel, teilweise infolge einer verspäteten Ausweichreaktion, vor allem mit dem Erdseil kollidieren. Eine besondere Gefahr besteht für die gebietsunkundigen Zugvögel, die zu einem großen Teil in konfliktreichen Höhen fliegen oder bei ungünstigen Wetterbedingungen wie Nebel, Regen oder starkem Gegenwind in diese kritischen Höhen absinken. Kollisionen können auch aufgrund von Störungen mit panikartigen Fluchtreaktionen erfolgen, wodurch die Vögel unkontrolliert in die Leiterseile geraten. Solche Reaktionen sind bei Rast- wie Brutvögeln bekannt. Für Rastvögel bzw. Wintergäste kann es

außerdem zu einem erhöhten Kollisionsrisiko kommen, wenn Schlafplätze von Nahrungsgebieten durch eine Freileitung getrennt werden, die somit täglich überflogen werden muss. Das Kollisionsrisiko für Brutvögel ist bei einigen Artengruppen und/oder in bestimmten Lebensabschnitten oder bei bestimmten Konstellationen erhöht (s. unten). Die Mehrzahl an Brutvogelarten ist hingegen von Kollisionen weniger betroffen. Sie sind an das Vorhandensein der Freileitung in ihrem Habitat gewöhnt, so dass ein zufälliges Hineingeraten unwahrscheinlich scheint. Ungünstige Wetterereignisse und Dunkelheit erhöhen grundsätzlich für alle Vögel das Kollisionsrisiko.

Nachdem die Vogelverluste an Stromleitungen ein internationales Problem darstellen, das grenzübergreifende Lösungen erfordert, hat sich auch die EU-Kommission dieses Themas angenommen und einen Entwurf zu einem „EU Guidance on electricity, gas and oil transmission infrastructures and Natura 2000“ zusammengestellt (EUROPEAN COMMISSION 2014). Die EU-Kommission kommt darin zu dem Ergebnis, dass Kollisionen mit Freileitungen den Tod von Millionen von Vögeln weltweit bedeuten und bei einigen Vogelarten eine hohe Mortalität verursachen können. Der Einfluss aller mit Stromleitungen zusammenhängenden Faktoren wird als hoch angesehen.

Faktoren, die Kollisionen beeinflussen, sind:

- Morphologie: Vögel mit hohem Gewicht (Großvögel) und relativ kurzen Flügeln, („schlechte Flieger“ mit schlechter Manövrierfähigkeit) haben die höchsten Kollisionsraten (BEVANGER 1998, JANSS 2000)
- Physiologie: Einige Vogelarten sind zumindest zeitweise „blind“ in ihrer Flugrichtung (schlechte Geradeaus-Sicht; MARTIN 2011)
- Verhalten
 - Schwarmverhalten mit täglichen Pendelbewegungen über Freileitungen zwischen Nahrungs-, Brut- und Schlafplätzen stellt eine Gefährdung dar (JANSS 2000)
 - Vögel, die regelmäßig nachts oder in der Dämmerung fliegen, sind kollisionsgefährdeter als Tagflieger
 - Balz (Flugbalz mit komplexen Luftmanövern unter gleichzeitiger Einschränkung des allgemeinen Aufmerksamkeitsverhaltens (ALTEMÜLLER & REICH 1997))
 - Unerfahrene Flieger (Jungvögel; BERNSHAUSEN et al. 1997)
- Andere, natürliche Faktoren
 - Sicht- und flugbeeinflussende Wetterbedingungen, Habitat-Nutzung, Topografie, Vegetationsstruktur entlang der Leitungen
 - Stochastische Ereignisse wie plötzliche Störungen
- Planerisch/technische Faktoren
 - Leitungskonfiguration (Anzahl der Traversen, Leiter- und Erdseilanordnung)
 - Leitungsführung (Lage der Leitung im Raum, insbesondere im Hinblick auf Vogelbiotope, Funktionsräume für Vögel, Grad der Verschattung etc.)
 - Trassenunterhaltung

4.3 Besondere ornithologische Konfliktbereiche

In ihrem Leitfaden sieht die EU-Kommission zur Beurteilung des Anflugrisikos eine Differenzierung nach Gebieten und Arten vor. Im europäischen Maßstab werden dabei die Gebiete in Bezug auf das Vorkommen relevanter Arten, die zudem erhöht kollisionsgefährdet sind, wie folgt unterschieden (EUROPEAN COMMISSION 2014)¹:

- Gebiete hoher Priorität (international bedeutsam)
- Konflikt-Brennpunkte für mehrere prioritäre Arten² mit hohen Dichten wie z. B.
 - Hauptbrutgebiete für source-Populationen,
 - große Ansammlungen,
 - Haupt-Trittstein-Gebiete,
 - Haupt-Rastgebiete,
 - Haupt-Überwinterungsgebiete,
 - Hauptzugrouten,
 - Flaschenhals-Gebiete (Engstellen) des Vogelzuges,
 - Hauptverbindungen zwischen Schlaf- (Rast-) und Nahrungsgebieten,
- Gebiete mittlerer Priorität (national bedeutsam)
 - National wichtige Gebiete für eine oder wenige prioritäre Arten
 - Kernbrutgebiete und source-Populationen mehrerer prioritärer Arten
 - National bedeutsame Gebiete mit Ansammlungen
- Gebiete mit geringerer Priorität (regional oder lokal bedeutsam)
 - Regional oder lokal wichtige Gebiete für prioritäre und nicht prioritäre Arten

4.4 Erhöht kollisionsgefährdete Vogelarten und –gruppen

Im Hinblick auf Prüfungen und Planungen sind folgende Artengruppen (zusammenfassende Bewertungen nach DIERSCHKE & BERNOTAT (2014), EUROPEAN COMMISSION (2014)) bezüglich Freileitungsanflug als grundsätzlich prüfungsrelevant einzustufen:

- Trappen,
- Störche,
- Kraniche,

¹ Diese Form der Differenzierung kann Hinweise liefern, in welchen Gebieten sich Leitungstrassen auf die Populationen kollisionsgefährdeter Vogelarten/-gruppen negativ auswirken können. Für die Bewertung einer konkreten Mortalitätsgefährdung am Maßstab einer Rechtsnorm (z. B. der „Erheblichkeit der Beeinträchtigung“ oder dem „signifikant erhöhten Tötungsrisiko“), reicht eine solche allgemeine Betrachtungsweise dagegen nicht aus. Hier sind die Kollisionsgefährdung der Vogelarten und –gruppen in Verbindung mit dem konkreten konstellationsspezifischen Risiko des jeweiligen Einzelfalls zu betrachten (siehe 4.4 und 6.1).

² Die VSRL kennt den Begriff prioritäre Arten nicht. Er wird hier i.S. von anflugrelevanten Arten verwendet (vgl. 4.4).

- Reiherartige,
- Wat- und Schnepfenvögel,
- Raufußhühner,
- Schwäne,
- Gänse,
- Enten,
- Taucher,
- Säger,
- Rallen,
- Möwen,
- Seeschwalben.

In besonderen Fällen können ggf. relevant werden:

- bestimmte Greifvogelarten,
- bestimmte Eulenarten,
- Rabenvögel (nur große Kolonien und Schlafplätze),
- Stare (nur große Ansammlungen an tradierten Schlafplätzen),
- Pelagen (z. B. Kolonien von Basstölpel, Eissturmvogel, Trottellumme).

Bei Großvögeln sind häufig die unerfahrenen Jungvögel betroffen, aber auch Vögel, die aufgrund von Störungen fluchtartig auffliegen. Ein Grund für die Gefährdung könnten auch die geringere Wendigkeit und die trägeren Reaktionen großer Vogelarten sein. Auch Greifvögel und Eulen können trotz ihrer ausgeprägten Manövrierfähigkeit anfluggefährdet sein. Allerdings wurde die Todesursache für Freileitungsoffer unter diesen Vogelgruppen häufig nicht ausreichend differenziert erfasst. LANGGEMACH (1997) stellt aufgrund der bis dahin dokumentierten Kollisionsoffer fest, dass Greifvögel und Eulen nur einer relativ geringen Gefährdung durch Leitungsanflug unterliegen und bei Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen – anders als an Mittelspannungsfreileitungen – nur in seltenen Fällen Tötungen durch Stromschlag auftreten³.

4.5 Vermeidung und Minimierung

Als Maßnahmen zur Minderung von Kollisionen werden genannt (EUROPEAN COMMISSION 2014):

- Reduzierung der Anzahl von Kollisionsebenen (Leiter möglichst in einer Ebene),

³ Die fortgeführte Datensammlung des LUGV Brandenburg von Zufallsfunden und Untersuchungen zeigt aber eine Anfluggefährdung für Fisch- und Seeadler (LUGV Brandenburg 2013, unveröff.). Im Vergleich zu dem Kollisionsrisiko an Windenergieanlagen scheint das Tötungsrisiko für Seeadler durch Leitungsanflug geringer auszufallen (Langgemach et al. 2013). Der Anteil der Leitungsanflugopfer, gemessen an allen zwischen 1990 und 2000 zufällig tot aufgefundenen Seeadlern in Deutschland, liegt bei < 7 % (Krone et al. 2002) (s. auch: STRUWE-JUHL & V. LATENDORF, 1997; LANGGEMACH & BÖHMER, 1997; SCHUMACHER, 2002, RYSLAVY et al. 2009 und 2011; STRUWE-JUHL & V. LATENDORF 2011).

- 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 sind zu nennen: 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.

5 Anforderungen an Vogelschutzmarkierungen

5.1 Artenschutzfachliche Anforderungen an Vogelschutzmarkierungen

Folgende Anforderungen sind aus artenschutzfachlicher Sicht an Vogelschutzmarkierungen zu stellen:

- Wirksamkeit für alle Vogelarten mit unterschiedlichem Wahrnehmungsverhalten, Flugverhalten und Fluggeschwindigkeiten,
- Wirksamkeit für Brutvögel, Rastvögel und ziehende Vogelarten,
- Sichtbarkeit unter verschiedenen Helligkeiten und Sichtbedingungen (blauer, grauer Himmel, Bewölkung, Gegenlicht, Dämmerung, Nacht, klare Luft, Flimmern, Niederschlag),
- Sichtbarkeit bei unterschiedlichen Windbedingungen und -geschwindigkeiten,
- Möglichst frühzeitige Lenkung der Aufmerksamkeit auf das markierte, zu überfliegende Erdseil.

Nach HAACK (1997) sind schwarz-weiße Markierungen farbigen vorzuziehen, weil erstere durch die Kontrastverschärfung vor verschiedenen Himmelszuständen gut zu erkennen und auch bei Dämmerung noch relativ gut sichtbar sind. Als vorteilhaft wurde zudem ein „Blinkeffekt“ (HAACK 1997 s.o.) durch eine bewegliche Markierung identifiziert, so dass eine Erkennbarkeit für Vögel unter verschiedensten Lichtbedingungen gegeben ist. Die rhythmische Bewegung der Markierungen führt zu dem gewünschten Blinken.

Markierungen aus beweglichen schwarz-weißen Kunststoffstäben sind seit 2004 im Einsatz und haben bisher zu guten Erfolgen geführt. Durch verschiedene Studien in unterschiedlichen Regionen Deutschlands mit unterschiedlichen Habitattypen konnte eine Senkung des Kollisionsrisikos um 60 bis 90 % durch diese beweglichen, schwarz-weißen Markierungen belegt werden (BERNSHAUSEN et al. 2007, BERNSHAUSEN & KREUZIGER 2009, BERNSHAUSEN et al. 2014, BRAUNEIS et al. 2003, PRINSEN et al. 2011, SUDMANN 2000).

Für die Markierungen aus schwarz-weißen Kunststoffstäben liegen Belege hinsichtlich ihrer hohen Wirksamkeit vor, daher werden diese aus ornithologischer Sicht präferiert (LAG VSW 2012 und NABU 2013). Eine Verwendung von anderen Markierungen kommt – unter dem Aspekt der Vermeidung/Minimierung eines Kollisionsrisikos für Vögel – nur dann in Betracht, wenn der Nachweis z. B. durch wissenschaftliche Studien erbracht werden kann, dass diese Markierungen ebenfalls zu einer entsprechenden Senkung des Kollisionsrisikos führen (wie dies z. B. bei schwarz-weiß gestalteten Spiralen erfolgt ist (KALZ & KNERR 2014). Es ist jedoch davon auszugehen, dass andersfarbige (z. B. orange oder gelbe) Markierungen grundsätzlich schlechter wahrgenommen werden (BARRIENTOS et al. 2011, 2012).

Bei Berücksichtigung des vorliegenden Technischen Hinweises reicht in der Regel ein Abstand der Markierungen von 20 - 25 m zueinander. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse belegen, dass bei den oben genannten Abständen eine ausreichende Minimierung des Kollisionsrisikos erreicht wird. Nur in Ausnahmefällen kann es notwendig sein, engere Markierungsabstände zu prüfen (NABU 2013).

5.2 Technische Anforderungen an Vogelschutzmarkierungen

5.2.1 Allgemeine Anforderungen

5.2.1.1 Konstruktion

Die Markierungen müssen so konstruiert sein, dass

- Beschädigungen der Leiters unter Betriebsbedingungen verhindert werden;
- sie den mechanischen Belastungen bei Montage, Instandhaltung und Betrieb, berechneten Betriebs- und Kurzschlussströmen, den Betriebstemperaturen und den Umgebungseinflüssen standhalten;
- sichergestellt ist, dass die Markierung oder Teile davon gegen Lösen und Verrutschen während des Betriebs gesichert sind;
- sie im Betrieb keine unzulässigen Emissionen (z. B. Geräusche oder Funkstörungen) verursachen.

5.2.1.2 Werkstoff

Vogelschutzmarkierungen müssen aus dem Zweck entsprechenden geeigneten Werkstoffen hergestellt werden, sie müssen die in DIN EN 61284 (VDE 0210-1):1998-05, 4.1.2 beschriebenen Anforderungen einhalten und die Prüfungen der Witterungsbeständigkeit bestehen.

5.2.1.3 Korrosionsschutz

Vogelschutzmarkierungen müssen gegen atmosphärische Korrosion geschützt sein, sie müssen die in DIN EN 61284 (VDE 0210-1):1998-05, 4.1.4 beschriebenen Anforderungen einhalten.

5.2.1.4 Temperaturfestigkeit

Temperaturen von -20°C bis 80°C dürfen innerhalb der Nutzungsdauer der Markierungen nicht zu einer dauerhaften Verminderung der mechanischen und elektrischen Eigenschaften führen.

5.2.1.5 Alterungsverhalten, Beständigkeit

Innerhalb der Nutzungsdauer muss die Funktion der Vogelschutzmarkierung gewährleistet sein. Während dieser Zeit darf keine Beeinträchtigung oder Beschädigung der Leiter hervorgerufen werden.

5.2.1.6 Kennzeichnung

Die Kennzeichnung muss die Rückverfolgbarkeit sicherstellen, die Mindestanforderungen sind:

- Typbezeichnung,
- Herstellerzeichen,
- Herstelldatum (Monat und Jahr).

5.2.1.7 Nutzungsdauer

Für Planungszwecke weisen die Hersteller bzw. Lieferanten auf Nachfrage des Anwenders eine geschätzte Nutzungsdauer aus.

Entsprechend DIN V VDE V 0109 (VDE V 0109) sind die Vogelschutzmarkierungen zu inspizieren. Etwaige Beschädigungen bzw. Auffälligkeiten sind zu beseitigen.

5.2.2 Mechanische Anforderungen

5.2.2.1 Wind- und Eislast

Die Vogelschutzmarkierungen müssen für die Verwendung in allen nach DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210-3):2011-01 definierten Wind- und Eislastzonen geeignet.

5.2.2.2 Schwingungsverhalten

Anzahl und Anordnung der montierten Vogelschutzmarkierungen im Freileitungsabschnitt dürfen sich nicht negativ auf das Schwingverhalten des Leiters auswirken und diesen dadurch nicht beschädigen.

5.2.3 Elektrische Anforderungen

Die Vogelschutzmarkierungen sind für eine Montage am Erdseil der Freileitungen konzipiert. Hierfür sind keine elektrischen Eigenschaften zu überprüfen.

Der Einsatz der Armatur an Phasenleitern erfordert einen Eignungsnachweis durch Teilentladungs- und Funkstörspannungs-Prüfungen. Weiter muss sichergestellt sein, dass zulässige Spannungsentladungen an der Armatur nicht zu einer unzulässigen Beeinflussung der Lebensdauer führen.

5.3 Prüfungen für Vogelschutzmarkierung

5.3.1 Allgemeines

Die Prüfungen werden als Typprüfungen üblicherweise an mindestens drei Prüflingen nur einmal durchgeführt und nur wiederholt, wenn die Konstruktion oder der Werkstoff der Vogelschutzmarkierung geändert wird.

Die Ergebnisse der Typprüfung werden als Beweis für die Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Konstruktion aufgezeichnet.

5.3.2 Maße, Werkstoffe und Feuerverzinkung

Für Maße und Werkstoffe gilt DIN EN 61284 (VDE 0212-1):1998-05, Abschnitt 8.

Für die Feuerverzinkung gilt DIN EN 61284 (VDE 0212-1):1998-05, Abschnitt 9.

5.3.3 Mechanische Prüfungen

5.3.3.1 Windlast

Die Vogelschutzmarkierung ist mit einer Windgeschwindigkeit von 45 m/s über einen Zeitraum von 15 Minuten zu belasten. Die Windeinwirkung ist rechtwinklig sowie unter einem Winkel von 45 ° zur Seilachse jeweils horizontal anzusetzen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn nach erfolgten Belastungen keine Schäden oder bleibende Verformungen erkennbar sind. Die Bauteile müssen nach Rückgang der vorgegebenen Belastungen in ihrem ursprünglichen Anordnungszustand sein. Befestigungen dürfen sich nicht gelockert haben.

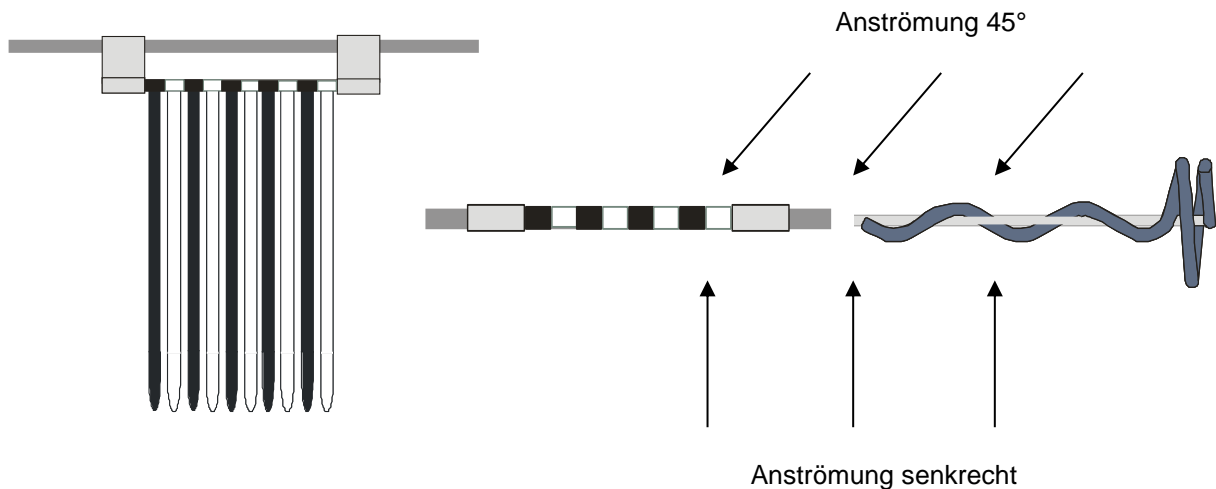


Bild 1: Beispiele für die Prüfanordnung

5.3.3.2 Witterungsbeständigkeit

Eine Schnellbewitterungsprüfung zum Nachweis der UV-Beständigkeit von Kunststoffteilen muss nach DIN EN ISO 4892-1, DIN EN ISO 4892-2 oder DIN EN 4892-3 und eine 1000-h-Salznebelprüfung nach DIN EN ISO 9227 zum Nachweis der Korrosions-Beständigkeit von Metallteilen durchgeführt werden. Intensität und Dauer der UV-Lichtprüfung sind zwischen Hersteller bzw. Lieferant und Anwender abzustimmen.

5.3.3.3 Dauerfestigkeit

Beanspruchung durch winderregte Leiterschwingungen

Leiter werden durch laminare Luftströmungen zu Schwingungen angeregt. Um die dadurch hervorgerufenen Beanspruchungen der Armaturen nachzubilden, wird eine Schwingprüfung an einem in einem Prüfspannfeld gespannten Leiter durchgeführt (in Anlehnung an IEC 60794-4-1:1999 "Optical fibre cables – Part 4-1: Aerial optical cables for high-voltage power lines", Annex C "Aeolian vibration test method"). Das Spannfeld soll gegenüber der Horizontale um 1 bis 5° geneigt sein, um typische Neigungswinkel von Leitern nachzubilden.

Der Leiter soll typisch für die Anwendung sein. Der Durchmesser des verwendeten Leiters soll in dem Bereich liegen, für den die Armatur vorgesehen ist. An dem Leiter wird ein Schwingerreger angekoppelt, mit dem das Spannfeld zur Schwingung in Form einer stehenden Sinuswelle angeregt wird. Die Schwingfrequenz soll in dem Bereich liegen, in dem Leiterschwingungen durch den Wind angeregt werden können (Frequenz zwischen $0,18/d$ und $1,4/d$ in Hz mit dem Leiterdurchmesser in m (in Anlehnung an DIN EN IEC 61897 "Anforderungen und Prüfungen für Schwingungsdämpfer Typ Stockbridge")). Zwischen Schwingerreger und Spannfeldende müssen mindestens drei freie Halbwellen angeregt sein. Insgesamt drei Prüflinge werden jeweils in Schwingungsbäuchen (also an den Stellen größter Amplitude) montiert. Die Schwingintensität wird so eingestellt, dass die einseitige Schwingamplitude der Prüflinge mindestens $0,138/f$ in m beträgt mit der Schwingfrequenz f in Hz. Dies entspricht einer Schwinggeschwindigkeit von 0,87 m/s und ist charakteristisch für einen Leiter ohne Schwingungsbedämpfung (in Anlehnung an IEC 60794-4-1:1999 "Optical fibre cables – Part 4-1: Aerial optical cables for high-voltage power lines", Annex C "Aeolian vibration test method").

Die Prüflinge sind 10^8 Lastwechseln zu unterwerfen.

Nach der Schwingprüfung dürfen der Leiter an der Klemmstelle der Vogelschutzmarkierung und die Markierung selbst nicht beschädigt sein.

Beanspruchung auf Verschleiß im Betrieb

Für Markierungen, die so ausgeführt sind, dass es unter Windeinwirkung zu Relativbewegungen zwischen Teilen der Markierung kommen kann (z. B. pendelnde oder drehbare Bestandteile), ist ein Nachweis der Dauerhaftigkeit der Markierung für die projektierte Einsatzdauer zu erbringen. Dieser ist zwischen Käufer und Lieferant zu vereinbaren.

5.3.3.4 Rutschprüfung

Zur Überprüfung der Dauerbelastung wird das Rutschverhalten der Klemme bzw. der Markierung getestet. Die Prüfung erfolgt in Anlehnung an DIN EN 61897:1998 Freileitungen – Anforderungen und Prüfungen für Schwingungsdämpfer.

Die Prüfung ist mit einem Leiter durchzuführen, für den die Klemme bzw. die Markierung vorgesehen ist. Der Leiter muss „neuwertig“ sein, d.h. er darf weder minderwertig noch beschädigt sein. Die freie Mindestlänge des Prüfleiters zwischen seinen Endarmaturen muss 2 m betragen. Der Leiter muss mit 20 % seiner Bemessungszugfestigkeit gespannt sein. Es sind Vorkehrungen zu treffen, damit ein Aufkorben des Leiters verhindert wird.

Mit einer geeigneten Vorrichtung muss an die Klemme bzw. die Markierung koaxial zum Leiter eine Kraft angelegt werden. Die Kraft muss gleichmäßig erhöht werden (nicht mehr als 100 N/s), bis sie die festgelegte kleinste Rutschkraft erreicht. Diese Kraft muss für eine Dauer von 60 s konstant gehalten werden. Anschließend muss die Kraft gleichmäßig erhöht werden, bis ein Rutschen der Klemme erfolgt. Die Rutschkraft ist aufzuzeichnen.

ANMERKUNG Eine Abflachung an den Außendrähten des Leiters ist zulässig.

Tabelle 1: Prüfkriterien (in Anlehnung an E IEC 61897:2011)

Befestigung der Markierung am Leiter	Leiter-Durchmesser in mm	Mindestrutschkraft in kN	Max. zulässiger Rutschweg in mm
Geschraubt, geklemmt und sonstige	<19	1,3	1,0
Geschraubt, geklemmt und sonstige	≥19	2,5	1,0
Spirale (Markierung besteht noch aus weiteren Komponenten)	Alle	1,0	2,5
Spirale (Markierung=Spirale)	Alle	0,1	2,5

5.4 Montagehinweise für Vogelschutzmarkierung

5.4.1 Grundsätze und Montagemethoden

Eine Montage der Vogelschutzmarkierung kann z. B. mittels Hubarbeitsbühne, Leitungsfahrwagen, Leitungsfahrrad oder mit dem Hubschrauber durchgeführt werden.

Bei der Auswahl der Montagemethode sind u.a. folgende Kriterien zu beachten:

- Personensicherheit (Montagepersonal und Dritte),
- Umweltbeeinflussung (z. B. Tier- Pflanzenwelt, Wegebau, Flurschäden, Lärmemissionen),
- Technische Realisierbarkeit,
- Montagehinweise bzw. Vorgaben des Armaturenherstellers,
- Sicherheitsregeln bzw. Vorgaben des Netzbetreibers und Montagefirmen,
- Zeit- und Kostenaufwand.

5.4.2 Ergänzende Hinweise zu den Montagemethoden

5.4.2.1 Montage mit einer Hubarbeitsbühne

Eine Montage der Vogelschutzmarkierung am Erdseil der Freileitung mit einer Hubarbeitsbühne setzt voraus, dass die Trasse durch Fahrzeuge erreichbar ist. Ist dies nicht gegeben können weitere Zusatzmaßnahmen, wie das Errichten von mobilen Fahrstraßen, erforderlich sein.

5.4.2.2 Montage mit dem Leitungsfahrwagen oder Leitungsfahrrad

Diese beiden Montagemethoden kamen bislang hauptsächlich bei der Nachrüstung bestehender Leitungstrassen zum Einsatz. Eine Überprüfung des Erdseils hinsichtlich Schäden ist vor Montagebeginn zwingend erforderlich.



Bild 2: Montage mit dem Leitungsfahrwagen (links) und mit dem Leitungsfahrrad (rechts)

Allerdings kann bei den Vogelschutzmarkierungen mit beweglichen Markierungsglaschen nicht ausgeschlossen werden, dass sich durch die Eigentorsion des Leiterseils die Markierungen unterschiedlich zueinander stellen. Dieser Effekt macht sich oftmals erst nach Abschluss der Montagearbeiten bemerkbar und kann bei der Montage mit dem Leitungsfahrwagen stärker auftreten als mit dem Leitungsfahrrad. Die Beweglichkeit und damit auch verbundene Sichtbarkeit der Markierung könnte im Extremfall sogar eingeschränkt sein (siehe Bild 3).



Bild 3: Verdrehung der Markierung durch nicht fachgerechten Einbau

5.4.2.3 Montage mit dem Hubschrauber

Die Montage per Hubschrauber ist die schnellste Montagetechnik. Diese Technik wird bereits seit einigen Jahren für Erdseilreparaturen und Montage von Vogelschutzmarkierungen eingesetzt und ist von der Berufsgenossenschaft und vom Luftfahrtbundesamt genehmigt. Der große Vorteil dieser Methode ist, dass die unterhalb verlaufenden Leitungen in Betrieb bleiben können.

Der zum Einsatz kommende Hubschrauber sollte über zwei voneinander unabhängig arbeitende Turbinen angetrieben werden. Das verhindert beim Ausfall einer Turbine das „Durchsacken“ und damit die Berührung oder das Annähern an die Leiterseile. Zudem sollte das Fahrwerk des Hubschraubers einziehbar sein, um einem möglichen „Verhaken“ am Erdseil vorzubeugen.



Bild 4: Montage der Vogelschutzmarkierung mit dem Hubschrauber

5.5 Vorliegen und Ausschluss eines erhöhten Kollisionsrisikos

Abgeleitet aus den Hinweisen in Abschnitt 3.3 ist einem erhöhten Kollisionsrisiko von planungsrelevanten und zugleich hoch anfluggefährdeten Vogelarten grundsätzlich durch eine geeignete Trassenwahl und Trassenausführung zu begegnen. 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. Erhebliche Beeinträchtigungen oder ein Konflikt mit dem artenschutzrechtlichen Tötungsverbot sind hier mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten (Ausnahmeverfahren, wenn eine für kollisionsgefährdete Vogelarten konfliktärmere und zugleich zumutbare Trassenalternative nicht möglich ist.).
- Kategorie B: Der Raum und das Vorhaben sind konfliktträchtig und erfordern eine Konfliktminimierung/Mortalitätsminderung durch Markierung.
- Kategorie C: Der Raum bzw. das Vorhaben sind als konfliktarm einzustufen. Im Interesse des Landschaftsbilds oder aus Gründen der Verhältnismäßigkeit etc. kann auf Markierungen verzichtet werden.

Primäres Ziel der Planung sollte es sein, dass Europäische Vogelschutzgebiete bei Netzausbaumaßnahmen ausgeschlossen bleiben. Sofern dies nicht möglich ist, muss eine FFH-Vorprüfung 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 FFH-Verträglichkeitsprüfung erforderlich. Deren Ergebnis führt zur Entscheidung, welche Kategorie anzuwenden ist. Wenn bei der Verträglichkeitsprüfung festgestellt wird, dass erhebliche Beeinträchtigungen ohne Vermeidungsmaßnahmen mit der fachlich gebotenen und rechtlich notwendigen Sicherheit ausgeschlossen werden können, gilt Kategorie C. 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 anfluggefährdete Vogelarten und Artengruppen in ihren Funktionsräumen und ordnet sie den zuvor genannten Kategorien zu⁴.

Als für Freileitungen äußerst/maßgebend unverträgliche Gebiete⁵/Funktionsräume (Kategorie A) sind insbesondere zu nennen:

- Trappengebiete inklusive 5000 m Puffer⁵,
- Letzte Brutvorkommen des Südlichen Goldregenpfeifers inkl. 1000 m Puffer⁵,
- Brutgebiete Große Rohrdommel > 5 rufende Tiere im engeren räumlichen Zusammenhang inklusive 1000 m Puffer⁵,
- Bedeutsame Kranich-Sammel(rast)plätze: mit regelmäßig ≥ 10.000 Vögeln: inkl. 10 km Puffer, mit regelmäßig 1.000 – 10.000 Tieren: inklusive 5 km Puffer⁵ (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 Puffer⁶
- Brutkolonien kollisionsgefährdeter Arten, insbesondere von Möwen, Seeschwalben und Reiher⁷ inkl. fachlich notwendiger Puffer⁶

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.

⁴ In vielen Fällen liegen diese Räume innerhalb der Europäischen Vogelschutzgebiete. Ihre gesonderte Aufführung ist jedoch erforderlich, weil die Funktionsräume unter Umständen nur einen Teil des Vogelschutzgebietes betreffen und sichergestellt werden muss, dass ein Vorhaben außerhalb des Schutzgebietes zu keinen erheblichen Beeinträchtigungen der nach den Erhaltungs- und ggf. Entwicklungszielen geschützten Arten führt.

⁵ Die Nennung der Gebiete mit den Puffern erfolgte durch die LAG VSW.

⁶ Die Puffer sind fachgutachterlich festzulegen.

⁷ Bei Graureiher und Lachmöwe gilt dies nur für etablierte Brutkolonien.

6 Weitere Schritte zur Operationalisierung der Erkenntnisse

6.1 Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung der Vogelarten (Brut-/Gastvögel) durch Leitungsanflug

Zur Umsetzung dieser Ergebnisse in praktisches Handeln im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben zum Artenschutz und Vogelschutz nach Anhang I der EU-VSRL wird ein Ranking auf Vogelgruppen- und -arten-Niveau vorgenommen, nach dem sowohl die Höhe des Kollisionsrisikos wie eventuelle Auswirkungen auf die jeweiligen Vogel-Populationen einschätzbar werden.

Dabei wird auf die Arbeit von DIERSCHKE & BERNOTAT (2014) zurückgegriffen. Dort wurde in einem ersten Schritt eine 5-stufige Einteilung des vorhabentypspezifischen Tötungsrisikos der Arten durch Leitungsanflug vorgenommen. Diese basiert auf Kenntnissen zur Biologie und zum Verhalten der Art, Totfundzahlen bzw. -statistiken, publizierten Skalierungen sowie Einschätzungen der Experten. In einem zweiten Schritt wurde dann dieses Tötungsrisiko mit der allgemeinen Mortalitätsgefährdung der Art über den Mortalitäts-Gefährdung-Index (MGI) aggregiert, um damit die populationsbiologischen und naturschutzfachlichen Parameter der Arten zu berücksichtigen.

Die daraus resultierende vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung der Arten wurde in fünf Klassen (A-E) operationalisiert und ermöglicht nun im Hinblick auf planerische Fragestellungen konkretisierte Hinweise zur Relevanz oder Erheblichkeit von Mortalitätsrisiken.

Bei den Arten ist aus populationsbiologischen bzw. naturschutzfachlichen Gründen zwingend zwischen Brut- und Gastvögeln zu unterscheiden. In Gebieten, in denen sowohl Brut- als auch Rastbestände derselben Art vorkommen bzw. geschützt sind, sollte dem Vorsorgeprinzip folgend die jeweils höhere Einstufung Anwendung finden.

Bei den Gastvögeln ergibt sich zudem die Unterscheidung in Unterarten aus den Vorgaben der neuen Roten Liste Wandernder Vogelarten Deutschlands (HÜPPOP et al. 2013). Bezüglich des Umgangs mit den Unterarten empfehlen DIERSCHKE & BERNOTAT (2014) – den Autoren der Roten Liste folgend – die Einstufung für die strengere Unterart dann heranzuziehen, wenn die jeweils empfindlichere Unterart bzw. Flywaypopulation nachweislich oder mit hoher Wahrscheinlichkeit in dem betreffenden Gebiet vorkommt. Ansonsten ist die Einstufung der im betrachteten Raum häufigeren Unterart bzw. bei Unkenntnis des räumlichen und zeitlichen Auftretens die der allgemein häufigeren Unterart maßgeblich.

Für eine abschließende planerische Entscheidung bedarf es in Ergänzung zu den artspezifischen Einstufungen letztlich noch der gutachterlichen Einschätzung des konstellationsspezifischen Risikos unter Berücksichtigung der raum- und projektbezogenen Parameter des jeweiligen Einzelfalls.

Tabelle 2: Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung von Brut- u. Jahresvögeln durch Anflug an Freileitungen (DIERSCHKE & BERNOTAT 2014).

Arten- gruppen	A: Sehr hohe Gefährdung	B: Hohe Gefährdung	C: Mittlere Gefährdung	D: Geringe Gefährdung	E: Sehr geringe Gefährdung
Trappen	Großtrappe				
Störche, Kraniche	Kranich, Schwarzstorch, Weißstorch				
Reiher- artige	Purpureiher, Nachtreiher, Große Rohrdommel	Löffler, Zwergdommel	Graureiher		
Wat- und Schnepfen vögel	Großer Brachvogel, Uferschnepfe, Goldregenpfeifer, Kampfläufer, Alpenstrandläufer, Flussuferläufer, Triel, Sandregenpfeifer, Steinwäzler, Seeregenvpfeifer, Kiebitz, Bekassine	Rotschenkel, Austernfischer, Waldschnepfe, Bruchwasser- läufer	Säbelschnäbler, Waldwasser- läufer, Flussregenpfeifer		
Hühner- vögel	Auerhuhn, Birkhuhn	Alpenschneehuhn	Haselhuhn, Rebhuhn, Wachtel		
Schwäne	Singschwan		Höckerschwan		
Gänse		Weißwangengans	Brandgans, Graugans		
Enten	Bergente	Pfeifente, Knäkente, Krickente, Löffelente, Tafelente, Moorente, Spießente	Stockente, Reiherente, Schnatterente, Kolbenente, Schellente, Eiderente		
Taucher	Ohrentaucher	Rothalstaucher	Schwarzhals- taucher, Haubentaucher, Zwergtaucher		
Säger		Gänsesäger	Mittelsäger		

Arten- gruppen	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
Rallen		Zwergsumpfhuhn, Wachtelkönig, Tüpfelsumpfhuhn, Kleines Sumpfhuhn	Wasserralle, Teichhuhn, Blässhuhn		
Möwen	Zwergmöwe	Lachmöwe, Mantelmöwe, Steppenmöwe, Dreizehenmöwe	Silbermöwe, Mittelmeermöwe, Schwarzkopfmöwe, Sturm-möwe, Herings-möwe		
See- schwalben		Raubsee- schwalbe, Lachsee- schwalbe, Flusssee- schwalbe, Trauersee- schwalbe, Zwergsee- schwalbe, Brandsee- schwalbe	Küstensee- schwalbe, Weißbart- Seeschwalbe, Weißflügel- Seeschwalbe		
Greifvögel	Steinadler	Fischadler, Seeadler, Schreiadler, Schelladler	Kornweihe, Wiesenweihe, Baumfalke, Rotmilan, Schwarzmilan, Wanderfalke, Wespenbussard	Rohrweihe, Habicht, Mäusebussard, Turmfalke, Sperber	
Eulen			Habichtskauz, Sumpfohreule, Uhu, Steinkauz	Waldohreule, Schleiereule, Waldkauz	
Tauben			Ringeltaube, Turteltaube	Türkentaube, Hohлтаube	
Drosseln und Stare			Ringdrossel	Star, Misteldrossel, Singdrossel, Wacholder- drossel, Amsel	
Raben- vögel			Kolkrabe	Nebelkrähe, Saatkrähe, Rabenkrähe, Dohle, Elster, Eichelhäher	

Arten- gruppen	A: Sehr hohe Gefährdung I.d.R. / schon bei geringem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	B: Hohe Gefährdung I.d.R. / schon bei mittlerem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	C: Mittlere Gefährdung Im Einzelfall / bei mind. hohem konstellationspez. Risiko planungs u. verbotsrelevant	D: Geringe Gefährdung I.d.R. nicht / nur bei sehr hohem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	E: Sehr geringe Gefährdung I.d.R. nicht / nur bei extrem hohem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant
Sonstige	Basstöpel, Eissturmvogel	Trottellumme, Wiedehopf, Haubenlerche, Raubwürger, Rotkopfwürger, Steinschmätzer, Wendehals, Seggenrohr- sänger, Ortolan	Kormoran, Heide- lerche, Braun- kehlchen, Schwarzkehlchen, Garten- rotschwanz, Grauammer, Orpheusspötter, Pirol, Feldlerche, Wiesenpieper, Baumpieper, Bergpieper, Mauersegler, Bienenfresser, Rohrschwirl, Feld- schwirl, Drossel- rohrsänger, Schilfrohrsänger, Blaukehlchen, Bluthänfling, Mönchs- grasmücke, Neuntöter, Kuckuck, Haus- sperling, Feld- sperling, Rauch- schwalbe, Mehl- schwalbe, Uferschwalbe, Trauerschnäpper, Grauschnäpper, Gelbspötter, Waldlaubsänger, Kernbeißer, Girlitz, Stieglitz, Erlenzeisig	Buntspecht, Rotkehlchen, Teichrohrsänger, Sumpfrohrsänger, Fitis, Gartengras- mücke, Dorngrasmücke, Klappergras- mücke, Blauameise, Kohlmeise, Tannenmeise, Kleiber, Heckenbraunelle, Buchfink, Grünfink, Rohrhammer, Sommergoldhähn- chen, Wintergoldhähn- chen, Zilpzalp, Zaunkönig, Gartenbaumläufer , Bachstelze Goldammer	

Tabelle 3: Vorhabentypspezifische Mortalitätsgefährdung von Gastvögeln durch Anflug an Freileitungen (DIERSCHKE & BERNOTAT 2014).

Arten- gruppen	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
Trappen	Zwergtrappe				
Störche, Kraniche	Schwarzstorch, Weißstorch (W-Eu)	Weißstorch (E-Eu), Kranich			
Reiher- artige	Löffler, Zwergdommel	Große Rohrdommel, Nachtreiher	Graureiher, Purpureiher, Silberreiher, Seidenreiher		
Wat- und Schnepfen- vögel	Triel, Goldregenpfeifer apricaria, Alpenstrandläufer er schinzii, Rotschenkel robusta	Kiebitz, Uferschnepfe, Rotschenkel totanus, Kampfläufer, Flussuferläufer, Zwergschnepfe, Mornellregen- pfeifer, Seeregenpfeifer, Sumpfläufer, Meerstrandläufer, Großer Brachvogel, Austernfischer, Regenbrachvogel, Pfuhschnepfe lapponica, Waldschnepfe	Bekassine, Dunkler Wasserläufer, Waldwasserläufer, Goldregenpfeifer altifrons, Pfuhschnepfe taymyrensis, Alpenstrandläufer alpina, Knutt, Sandregenpfeifer, Steinwölzer, Sanderling, Zwergstrand- läufer, Bruchwasser- läufer, Sichel- strandläufer, Kiebitzregen- pfeifer, Säbel- schnäbler, Grün- schenkel, Teichwasser- läufer, Fluss- regenpfeifer, Odinshühnchen		
Hühner- vögel			Wachtel		
Schwäne		Zwergschwan, Singschwan	Höckerschwan		
Gänse	Zwerggans	Saatgans fabalis, Brandgans, Ringelgans, Kurzschnabelgans	Blässgans, Graugans, Weißwangengans, Saatgans rossicus		
Enten		Moorente, Samtente,	Stockente, Schnatterente,		

Arten- gruppen	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
		Knäkente, Bergente	Spießente, Kolbenente, Eisente, Krickente, Löffelente, Tafelente, Reiherente, Eiderente, Schellente, Pfeifente, Trauerente		
Taucher	Sterntaucher	Prachtaucher, Ohrentaucher	Rothalstaucher, Zwergtaucher, Schwarzhalstaucher, Haubentaucher		
Säger			Gänsesäger, Mittelsäger, Zwergsäger		
Rallen		Zwergsumpfhuhn	Wasserralle, Wachtelkönig, Blässhuhn, Teichhuhn, Tüpfelsumpfhuhn, Kleines Sumpfhuhn		
Möwen		Heringsmöwe fuscus	Silbermöwe, Lach- möwe, Schwarzkopf- möwe, Dreizehen- möwe, Schmarotzerraub- möwe, Falkenraubmöwe, Skua, Spatel- raubmöwe, Zwergmöwe, Mantelmöwe, Heringsmöwe intermedius, Sturmmöwe, Mittelmeermöwe, Steppenmöwe		
See- schwalben		Lachseeschwalbe, Raubsee- schwalbe, Trauersees- chwalbe, Zwergsee- schwalbe, Rosen-	Flusssee- schwalbe, Brandsee- schwalbe, Küstensee- schwalbe, Weißbart-		

Arten- gruppen	A: Sehr hohe Gefährdung	B: Hohe Gefährdung	C: Mittlere Gefährdung	D: Geringe Gefährdung	E: Sehr geringe Gefährdung
	I.d.R. / schon bei geringem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	I.d.R. / schon bei mittlerem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	Im Einzelfall / bei mind. hohem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	I.d.R. nicht / nur bei sehr hohem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	I.d.R. nicht / nur bei extrem hohem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant
		seeschwalbe	Seeschwalbe, Weißflügel- Seeschwalbe		
Greifvögel		Schreiadler, Steinadler, Seeadler, Schlangenadler	Fischadler, Kornweihe, Rotmilan, Schwarzmilan, Raufußbussard, Rotfußfalke	Wespenbussard, Mäusebussard, Habicht, Sperber, Wiesenweihe, Rohrweihe, Wanderfalke, Baumfalke, Turmfalke, Merlin	
Eulen			Sumpfohreule	Waldohreule, Raufußkauz	
Tauben			Turteltaube	Türkentaube, Ringeltaube, Hohltaube	
Drosseln und Stare			Star, Ringdrossel torquatus	Misteldrossel, Singdrossel, Wacholderdrossel, Rotdrossel, Amsel, Ringdrossel alpestris	
Rabenvögel			Kolkrabe	Dohle, Saatkrähe, Nebelkrähe, Rabenkrähe, Eichelhäher	
Sonstige			Eissturmvogel, Basstöpel, Trottellumme, Seggenrohr- sänger, Raubwürger, Rotkopfwürger, Blauracke	Kormoran, Wiedehopf, Bienenfresser, Ortolan, Pirol, Wendehals, Feld- lerche, Mauer- segler, Kuckuck, Heidelerche, Drosselrohr- sänger, Orpheusspötter, Trauerschnäpper, Grauschnäpper, Schneeammer, Wiesenpieper, Bergpieper, Mönchs- grasmücke, Rauchschwalbe, Mehlschwalbe, Uferschwalbe,	Buntspecht, Baumpieper, Bachstelze, Rotkehlchen, Nachtigall, Teichrohrsänger, Sumpfrohrsänger, Gelbspötter, Gartengrasmücke, Dorngrasmücke, Feldschwirl, Klapper- grasmücke, Fitis, Kohlmeise, Tannenmeise, Kleiber, Buchfink, Grünfink, Stieglitz, Bergfink, Girlitz, Birkenzeisig flammea, Erlenzeisig,

Arten- gruppen	A: Sehr hohe Gefährdung I.d.R. / schon bei geringem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	B: Hohe Gefährdung I.d.R. / schon bei mittlerem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	C: Mittlere Gefährdung Im Einzelfall / bei mind. hohem konstellationspez. Risiko planungs u. verbotsrelevant	D: Geringe Gefährdung I.d.R. nicht / nur bei sehr hohem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant	E: Sehr geringe Gefährdung I.d.R. nicht / nur bei extrem hohem konstellationspez. Risiko planungs- u. verbotsrelevant
				Braunkehlchen, Blaukehlchen, Schwarzkehlchen, Gartenrot- schwanz, Stein- schmätzer, Rohrschwirl, Schilfrohrsänger, Waldaubsänger, Neuntöter, Feld- sperling, Berg- hänfling, Bluthänfling, Kernbeißer, Birkenzeisig cabaret, Grauammer, Seidenschwanz	Goldammer, Rohrhammer, Heckenbraunelle, Zaunkönig, Zilpzalp, Sommer- goldhähnchen, Wintergold- hähnchen, Blaumeise, Gartenbaumläufer

6.2 Modifiziertes Bewertungsverfahren zur Bestimmung des Avifaunistischen Gefährdungspotenziales für den Neubau von Freileitungen (in Vorbereitung)

Ein Bewertungsverfahren des Kollisionsrisikos für Vögel an Hochspannungsfreileitungen durch die Bestimmung des Avifaunistischen Gefährdungspotenzials AGP (Vogelschlagrisiko) liegt seit 2000 vor (BERNSHAUSEN et al. 2000), hat sich in der Praxis bewährt. Diese, ursprünglich für Bestandsleitungen entwickelte Methode wurde für Neubauvorhaben weiterentwickelt und soll zeitnah publiziert werden. Im Rahmen der Variantenprüfung kann damit die avifaunistische Wertigkeit alternativer Trassenvarianten beurteilt werden.

Bei Vorliegen entsprechender Daten zum Vogelvorkommen/Vogelverhalten im räumlichen Kontext lassen sich dabei über die Ermittlung der Höhe des Kollisionsrisikos sowohl die Notwendigkeit/Priorität von Vogelschutzmarkierungen für einzelne Trassenabschnitte/Spannfelder als auch Trassenvarianten mit unterschiedlich starker Auswirkung auf Vögel ermitteln. Ergebnis wird immer eine relative Skala sein, die ausreichend ist zur Aufstellung einer Reihenfolge der Bereiche mit dem höchsten Vogelschlagrisiko.

Inhaltlicher Rahmen des AGP

Bei den zu betrachtenden Räumen sollten die Leitfäden der jeweiligen Bundesländer Anwendung finden. Soweit diese nicht vorliegen, werden folgende räumliche Konstellationen vorgeschlagen:

- allgemein: 300 m beidseitig der Trassenachse,
- Großvögel allgemein: 1.000 m beidseitig der Trassenachse,
- Großvögel, ausgewählte Arten: > 1.000 m bis 3.000 m beidseitig der Trassenachse.

Die Wahrscheinlichkeit eines Leitungsseilanflugs (Vogelschlags) wird durch den Trassenverlauf sowie die Art und Häufigkeit der dort anwesenden Vögel bestimmt. Beide Größen sind voneinander unabhängig und werden deshalb separat ermittelt.

Erst in Kombination stellen sie die Basis zur Ermittlung des Kollisionsrisikos dar.

Das Gefährdungspotenzial (GP) ist dabei die allein durch die Lage und den Verlauf sowie das Design der Trasse hervorgerufene Wahrscheinlichkeit einer Interaktion eines die Leitung kreuzenden Vogels, unabhängig vom Gebiet und seinem Arten-Inventar. Für die Zuordnung zu einer Gefährdungsstufe werden dabei gebiets-, flugrichtungsbezogene und sonstige Kriterien ermittelt (s. APLIC 2006, BERNSHAUSEN et al. 2000).

Die Avifaunistische Bedeutung (AB) wird aus den für ein definiertes Gebiet typischen und regelmäßig anzutreffenden Vogelarten ermittelt, wobei nur die Arten mit einem erhöhten Kollisionsrisiko berücksichtigt werden (Kategorien A - C der vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung, s. Abschnitt 4.4).

Das Avifaunistische Gefährdungspotenzial (AGP) schließlich wird durch gemeinsame Betrachtung der beiden voneinander unabhängigen Größen GP und AB ermittelt. Es beschreibt die Wahrscheinlichkeit des Kollisionsrisikos abhängig vom Gebiet und seinem Arten-Inventar (s. BERNSHAUSEN et al. 2000).

Literaturverzeichnis und Quellenangaben

- ALTEMÜLLER & M., REICH, M. (1997): Einfluss von Hochspannungsfreileitungen auf Brutvögel des Grünlands. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 111-127
- ALTENKAMP, R.; BAUER, H.-G.; STEIOF, K. (2001): Gefährdung von Arten durch Beutegreifer. In: RICHAZ, K., BEZZEL, E. & HORMANN, M., Hrsg: Taschenbuch für Vogelschutz, Aula Verlag, Wiebelsheim, S. 462-469
- 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.
- BALLASUS, H & SOSSINKA, R. (1997): Auswirkungen von Hochspannungstrassen auf die Flächennutzung überwinternder Bläß- und Saatgänse *Anser albifrons*, *A. fabalis*. J. Orn. S. 138: 215-228
- BARRIENTOS, R., ALONSO, J. C. PONCE, C. & PALACÍN, C. 2011. Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conserv. Biol.* 25:893–903
- BARRIENTOS, C. PONCE, C. PALACÍN, C. A. MARTÍN, B. MARTÍN, and ALONSO, J. C. 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.
- BAUMGÄRTEL, K., JÜRDENS, C., SCHMIDT, J.T. (1997): Vogelschutzmaßnahmen an Hochspannungsfreileitungen, – Markierungstechnik. Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 221-237
- BERNSHAUSEN, F., STREIN, M., SAWITZKY, H. (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., KREUZINGER, J., RICHAZ, K., SAWITZKY, U. THER, D. (2000): Vogelschutz an Hochspannungsfreileitungen – Zwischenbericht eines Projekts zur Minimierung des Vogelschlagrisikos, *Naturschutz und Landschaftsplanung* 32 (12), S. 373 379
- BERNSHAUSEN, F., KREUZINGER, J., U. THER, D., WAHL, M. (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., KREUZINGER, J. (2009): Überprüfung der Wirksamkeit von neu entwickelten Vogelabweisern an Hochspannungsfreileitungen anhand von Flugverhaltensbeobachtungen rastender und überwinternder Vögel am Alfsee/Niedersachsen
- BERNSHAUSEN, F., KREUZIGER, J., RICHAZ, K., SUDMANN, S.R. (2014): Wirksamkeit von Vogelabweisern an Hochspannungsfreileitungen - Fallstudien und Implikationen zur Minimierung des Anflugrisikos. *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.
- BMU (2006): Netzausbau durch Freileitungen und Erdkabel
- BRAUNEIS, W., WATZLAW, W., HORN, L. (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
- BUNDESNATURSCHUTZGESETZ (Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege) Artikel 1 des Gesetzes vom 29.07.2009 (BGBl. I S. 2542), in Kraft getreten am 01.03.2010 geändert durch Gesetz vom 06.10.2011 (BGBl. I S. 1986) m.W.v. 14.10.2011

- CALIFORNIA ENERGY COMMISSION (2003): Bird Strike Indicator / Bird Activity Monitor and Field Assessment of Avian Fatalities. Consultant Report, October 2003
- DIERSCHKE, V. & BERNOTAT, D. (2012 / 2014, in Vorb.): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen – unter besonderer Berücksichtigung der deutschen Brutvogelarten – Stand 01.12.2012, 175 S.
http://www.bfn.de/0306_eingriffe-toetungsverbot.html.
- EUROPEAN COMMISSION (2007): Guidance document on the strict protection of animal species of Community interest under the Habitats Directive 92 / 43 / EEC
- EUROPEAN COMMISSION (2014): EU Guidance on electricity, gas and oil transmission infrastructures and Natura 2000 (Draft)
- E.ON HANSE AG (2011): Besprechungsprotokoll Erfüllungsstand der Anforderungen aus § 41 BNatSchG und weiterer Handlungsbedarf
- FIEDLER, G.; WISSNER, Q. (1986): Freileitungen als tödliche Gefahr für Weißstörche. Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad.-Württ. 43: S. 257-270
- FLECKENSTEIN, K., RHIEM, W., REISS, S. (1996): Realisierung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen bei Freileitungen. – Sonderdruck aus Berichte der ANL 20 (1996), der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege in Laufen
- GIRSCH, R. (1997): Trassierungsgesichtspunkte bei der Planung von Hochspannungsfreileitungen.– Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 11-18
- GROSSE, H., SYKORA, W., STEINBACH, R. (1980): Eine 220-kV-Hochspannungstrasse im Überspannungsgebiet der Talsperre Windischleuba war Vogelfalle. Der Falke 27, S. 247-248
- 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
- HAACK, C. (1997): 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
- HAAS, D., NIPKOW, M., FIEDLER, G., SCHNEIDER, R., HAAS, W., SCHÜRENBERG, B. (2005): Protecting birds from powerlines. Nature and Environment, No. 140
- HEJINIS, R. (1980): Vogeltod durch Drahtanflüge bei Hochspannungsleitungen. Ökologie der Vögel 2, 1980, Sonderheft, S. 111-129
- HOERSCHELMANN, H., HAACK, A., WOHLGEMUTH, F. (1988): Verluste und Verhalten von Vögel an einer 380-kV-Freileitung. Ökologie der Vögel 10, S. 85-103
- HOERSCHELMANN, H. (1997): Wieviele Vögel fliegen gegen Freileitungen? – UVP-report 3/97, S.166-168
- HÖNTSCH, K., EBERT, R. (1997): Die Heidelandschaft bei Mörfelden-Walldorf (Hessen) – ein Lebensraumunter Hochspannung. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 177-190
- HORMANN, M., RICHAZ, K. (1997): Anflugverluste von Schwarzstörchen (*Ciconia nigra*) an Mittelspannungsfreileitungen in Rheinland-Pfalz. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 285-290
- JANSS, G.F.E. (2000) Avian Mortality from Power Lines: a Morphologic Approach of a Species-specific Mortality. Biological Conservation, 95: 353-359.
- KALZ, B. & KNERR, R. (2014): Sonderuntersuchung zur Wirksamkeit von Vogelschutzmarkierungen, Abschlussbericht 24.02.2014 (Rev. 1),
http://www.50hertz.com/Portals/3/Content/Dokumente/Netzausbau/Vogelschutz/20140224_Abschlussbericht_Wirksamkeit_Vogelschutzmarkierung.pdf, Stand 25.08.2014

- KALZ, B. et al. (in Vorb.): Untersuchung zur Wirksamkeit von Vogelschutzmarkierungen an einer 380-kV-Freileitung im Nationalpark Unteres Odertal
- KOOP, B. (2002): Vogelzug über Schleswig-Holstein. Räumlicher und zeitlicher Ablauf des sichtbaren Vogelzuges nach archivierten Daten von 1950-2002
- KOOP, B. (2011): Hochspannungsleitungen in EU-Vogelschutzgebieten, Bestand, potentielle Auswirkungen und Vorschläge für Maßnahmen
- KOOP, B. (2011): Mausernde Wasservögel in Schleswig-Holstein mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommen in EU-Vogelschutzgebieten
- 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
- KRONE, O., LANGGEMACH, T., SÖMMER, P., KENNTNER, N. (2002): Krankheiten und Todesursachen von Seeadlern (*Haliaeetus albicilla*) in Deutschland – Corax 19, Sonderheft 1, S. 101-108
- LAG VSW (2012): Markierung von Hoch- und Höchstspannungsleitungen - Votum der LAG VSW für die bundesweite Anwendung des Stands der Technik. 1 S.
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT NATURSCHUTZ, LANA (2009): Hinweise zu zentralen unbestimmten Rechtsbegriffen des Bundesnaturschutzgesetzes, beschlossen durch die LANA am 1./2. Oktober 2009
- LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2013), Empfehlungen zur Berücksichtigung der tierökologischen Belange beim Leitungsbau auf der Höchstspannungsebene
- LANGGEMACH, T., BÖHMER, W. (1997): Gefährdung und Schutz von Großvögeln an Freileitungen in Brandenburg. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg Heft 3, 1997
- 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
- LUGV Brandenburg (2013): Kollisions- und Stropfopfer an Freileitungen; unveröffentlicht
- MARTIN, G.R. (2011) Review article Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. Ibis, 239-254.
- MARTIN, G.R. & SHAW, J.M. 2010. Bird collisions with power lines: failing to see the way ahead? Biol. Conserv. 143: 2695–270
- MÜLLER (2007): Der Vogelfreund, S. 310 f.
- NABU (2013): Vogelflug unter Höchstspannung. Sichere Stromfreileitungen für Vögel. Broschüre, 6 S.
- PRINSEN, H.A.M., BOERE, G.C., PÍRES, N. & SMALLIE, J.J. (Compilers), 2011. Review of the conflict between migratory birds and electricity power grids in the African-Eurasian region. CMS Technical Series, AEWA Technical Series No. XX. Bonn, Germany. Available at: www.cms.int/bodies/COP/cop10/docs_and_inf_docs/inf_38_electrocution_review.pdf.
- PRINSEN, H.A.M., J.J. SMALLIE, G.C. BOERE & N. PÍRES (Compilers), 2012. Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the African-Eurasian region. CMS Technical Series No. XX, AEWA Technical Series, Bonn, Germany. Available at: www.unep-aewa.org/meetings/en/stc_meetings/stc7docs/pdf/stc7_20_electrocution_guidelines.pdf.
- RASSMUS, J, HERDEN, C., JENSEN, I., RECK, H., SCHÖPS, K. (2003): Methodische Anforderungen an Wirkungsprognosen in der Eingriffsregelung. Angewandte Landschaftsökologie Heft 51.

- RASSMUS, J. GEIGER, S., HERDEN, CH., BRAKEMANN, H. STAMMEN, J., DONGPING ZHANG, R., CARSTENSEN, H., GROTLÜSCHEN, H., MAGNUSSEN, A., JENSEN, M. (2009): Naturschutzfachliche Analyse von küstennahen Stromleitungen, im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz
- RICHARZ, K., HORMANN, M. (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. (2011) Gefahr in luftiger Höhe: Vogelschutz an Freileitungen in Der Falke 8/2011, S. 325- 328
- RICHARZ, K. Staatl. - Vogelschutzwarte für Hessen Rheinland-Pfalz und Saarland (2009): Vogelschutz an elektrischen Freileitungen: Leitungsanflug, Vortrag auf Naturschutzworkshop der Deutsche Umwelthilfe am 23. November 2009
- 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
- SCOTT, R.E., ROBERTS, L.J. & CADBURY, C.J. (1972): Bird deaths from power lines at Dungeness. British Birds 65, S. 273-286
- SILNY, J. (1997): Die Fauna in elektromagnetischen Feldern des Alltags. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen; Band 9, Sonderheft Vögel und Freileitungen, Dezember 1997, S. 29-40
- SPILLING, E., BERGMANN, H.-H. & MEIER, M. (1999): Trupfgröße bei weidenden Bläß- und Saatgänsen (*Anser albifrons*, *A. fabalis*) an der Unteren Mittelelbe und ihr Einfluß auf Fluchtdistanz und Zeitbudget. Journal für Ornithologie 140 (3): S. 325-334, 1999.
- RYSLAVY, T., THOMS, M. LITZKOW, B. & STEIN, A. (2009): Zur Bestandssituation ausgewählter Vogelarten in Brandenburg – Jahresbericht 2007 – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 18 (4), S. 143-153
- RYSLAVY, T., THOMS, M. LITZKOW & B., STEIN, A. (2011): Zur Bestandssituation ausgewählter Vogelarten in Brandenburg – Jahresbericht 2008 – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 20 (2), S. 49-62
- STRUWE-JUHL, B. & LATENDORF, V. (1997): Todesursache von Seeadlern (*Haliaeetus albicilla*) in Schleswig-Holstein – Vogelwelt 118, S. 95-100
- STRUWE-JUHL, B., LATENDORF, V. & PROJEKTGRUPPE SEEADLERSCHUTZ (2011): Todesursache von Seeadlern in Schlewig-Holstein 1997-2011 – Jahresbericht 2011 der Projektgruppe Seeadlerschutz, S. 5-8
- SUDMANN, S.R. (2000): Das Anflugverhalten von überwinternden, arktischen Wildgänsen im Bereich von markierten und unmarkierten Hochspannungsfreileitungen am Niederrhein. Unveröffentlichtes Gutachten Naturschutzzentrum im Kreis Kleve e.V., Juni 2000
- SÜDBECK, P., ANDRETZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORE, T., SCHROEDER, K. & SUDFELDT C. (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell. VDE 2011: VDE-AR-N 4210-11 Vogelschutz an Mittelspannungsleitungen, VDE-Anwendungsregel.