

**380-kV-Leitung Vierraden-Krajnik 507/508**

# **Sonderuntersuchung zur Wirksamkeit von Vogelschutzmarkierungen**

**Abschlussbericht:**

**Untersuchung zur Zahl der Kollisionsoffer vor und nach Montage  
von zwei verschiedenen Vogelschutzmarkern (2012, 2013 und 2016)**

**31.01.2017**



*Vorgelegt von:*

**Dr. Beate Kalz und Ralf Knerr**  
Friedenstraße 14, D - 12555 Berlin  
Tel. 030 / 294 05 61

## **Inhalt**

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2. Beeinträchtigung von Vögeln an Freileitungen</b>	<b>4</b>
<b>3. Technische Angaben zur Freileitung und zur Vogelschutzmarkierung</b>	<b>4</b>
<b>4. Untersuchungsgebiet</b>	<b>6</b>
<b>5. Methodik</b>	<b>8</b>
<b>6. Voruntersuchungen</b>	<b>10</b>
<b>7. Ergebnisse</b>	<b>15</b>
<b>8. Auswertung und Vergleich der Anflugopfer 2012, 2013 und 2016</b>	<b>20</b>
<b>9. Diskussion</b>	<b>24</b>
<b>10. Literatur</b>	<b>26</b>
<b>Anhang</b>	<b>27</b>

## 1. Einleitung

Die 50Hertz Transmission GmbH hat 2013 die bestehende 380-kV-Leitung Vierraden-Krajnik 507/508 erstmalig mit Vogelschutzmarkierungen in Form schwarz-weißer Spiralen ausgerüstet. Die Maßnahme wurde durch eine Untersuchung zur Wirksamkeit der Vogelschutzmarkierung begleitet, um auf diese Weise verwertbare Erkenntnisse für künftige Maßnahmen zum Vogelschutz an Hochspannungsleitungen zu gewinnen. Hierfür wurde auf einer geeignet erscheinenden Untersuchungsfläche eine Zählung aller Anflugopfer (Kollisionsopfer) vor und nach der Montage der Vogelschutzmarkierungen im Bereich der Leitung durchgeführt. 2016 wurden die 2013 montierten schwarz-weißen Vogelschutz-Spiralen gegen Vogelschutzmarkierungen mit zweifarbigem beweglichen Elementen ausgetauscht und dieselbe Untersuchung für diesen anderen Typ von Vogelschutzmarkierungen wiederholt.

Die 380-kV-Leitung Vierraden-Krajnik 507/508 liegt nördlich der Stadt Schwedt (Oder) im Landkreis Uckermark in Brandenburg. Vom Umspannwerk (UW) Vierraden aus verläuft die Leitungstrasse zunächst in nördlicher Richtung und danach weiter nach Osten bis zur polnischen Grenze bei Gartz/Friedrichsthal. Die gesamte Leitungstrasse vom UW bis zur deutsch-polnischen Grenze ist ca. 13,5 km lang. Sie quert auf ihrem Weg ökologisch hoch sensible Bereiche von besonderer Bedeutung für den Natur- und Artenschutz – insbesondere den Vogelschutz (KRAATZ 2005, NPV Unteres Odertal 2012):

- SPA-Gebiet Randow-Welse-Bruch (EU-Nr. 2751-421)
- FFH-Gebiet Müllerberge (DE 2851-301), auch NSG (seit 1996)
- LSG Nationalparkregion Unteres Odertal (Verordnung vom 06.01.1998)
- Nationalpark Unteres Odertal (auch FFH-Gebiet: DE 2951-302 sowie SPA-Gebiet: DE 2951-401)

Naturräumlich gehört das Gebiet zum Uckermärkischen Hügelland als Teil des Rücklandes der Mecklenburgischen Seenplatte und zum Odertal (SCHOLZ 1962). Das Uckermärkische Hügelland (744) ist eine reliefstarke, wellige Grundmoränenplatte in einer Höhenlage von ca. 50-60 m über NN, die von Flussniederungen und langgestreckten, meist feuchten Senken durchzogen ist. Das östlich angrenzende Odertal stellt sich dagegen als eine in der Breite stark wechselnde (zwischen 2 und 7 km breite) Talniederung in einer Höhenlage von 2 m über NN dar, die von verschiedenen randlichen Talsandflächen und -terrassen begleitet wird.

Aus der Literatur sowie diversen Voruntersuchungen der Bearbeiter ist bekannt, dass insbesondere der den Oderlauf (Westoder) begleitende Raum von einem intensiven Vogelzuggeschehen geprägt ist, da der Fluss eine bedeutende Leitlinie für ziehende Vögel vieler Arten darstellt. Daher schien es sinnvoll, als Untersuchungsraum einen ca. 2,4 km langen Trassenabschnitt in der Oder-Niederung unmittelbar westlich des Flusses auszuwählen, der zugleich zum größten Teil Bestandteil des Nationalparks sowie des SPA-Gebietes „Unteres Odertal“ ist.

## 2. Beeinträchtigung von Vögeln an Freileitungen

Als hochmobile Artengruppe sind Vögel in besonderer Weise dazu geeignet, neue Lebensräume rasch zu besiedeln. Die Nutzung unterschiedlicher Teillebensräume am jeweiligen Aufenthaltsort (Brut- und Nahrungsplätze) und die Notwendigkeit vieler Arten, oft weite Wanderungen zwischen jahreszeitlich ganz unterschiedlichen Landschaftsräumen (Sommer- und Winterlebensräume) auf sich zu nehmen, macht die Vogelwelt aber auch besonders anfällig für alle Eingriffe, die dazu geeignet sind, die Mobilität der Tiere zu behindern oder einzuschränken. Zu diesen Hindernissen sind auch Stromtrassen zu rechnen, die außerdem ein hohes Gefährdungspotenzial für diese Tiergruppe mit sich bringen. Hierzu gehören auch direkte Verluste durch Leitungsanflug, welche Gegenstand dieser Untersuchung sind.

## 3. Technische Angaben zur Freileitung und zur Vogelschutzmarkierung

Bei der untersuchten 380-kV-Leitung Vierraden-Krajnik 507/508 handelt es sich um eine zwei-systemige 380-kV-Leitung. Die vorhandenen Leitungsmasten entsprechen der Donau-Mastbaureihe mit zwei Traversen und einer Erdseilspitze (s. Abbildung 1).

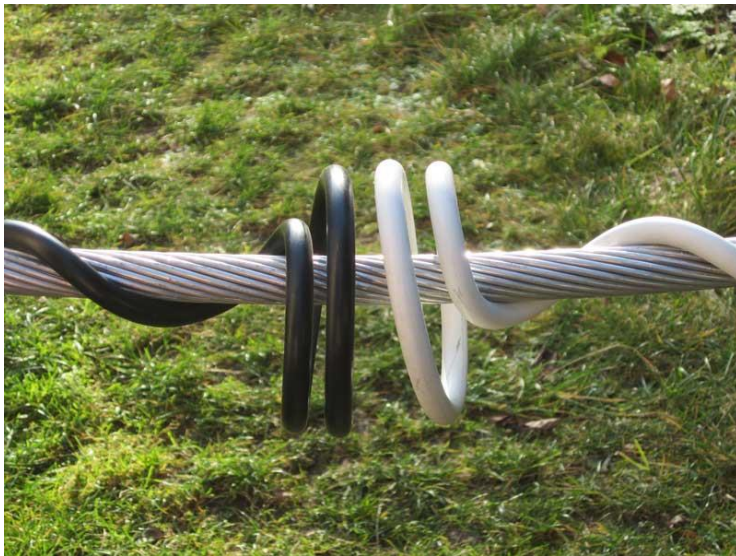
*Abb. 1: 380-kV-Leitung Vierraden-Krajnik 507/508*





Die ersten Vogelschutzmarkierungen wurden am 29. und 30.08.2013 auf dem Erdseil der 380-kV-Leitung montiert. Es wurden schwarze und weiße Spiral-Paare eingesetzt (siehe Abbildung 2), die gegenläufig montiert wurden. Die einzelnen Spiralen sind 53 cm lang und haben an der weitesten Stelle einen Durchmesser von 12,5 cm. Die Spiral-Paare wurden im Abstand von 10 m (mittlerer Abschnitt eines Spannfeldes, 60 % des Feldes) bzw. 20 – 25 m (Spannfeld-Randbereiche, jeweils 20 %) angebracht.

*Abb. 2: Vogelschutzmarker schwarz-weiße Spiralen*



Im August 2016 wurden die schwarz-weißen Spiralen entfernt und dafür Vogelschutzmarkierungen mit zweifarbigen beweglichen Elementen montiert. Die Montage-Arbeiten wurden am 26.08.2016 fertig gestellt. Die Vogelschutzmarkierungen wurden entsprechend der Empfehlung der FNN-Hinweise „Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen“ (2014) im Abstand von 20 bis 25 m montiert, wobei der Abstand im mittleren Abschnitt eines Spannfeldes (60 % des Feldes) max. 20 m betrug und in den Spannfeld-Randbereichen (jeweils 20 %) 25 m.

*Abb. 3: Vogelschutzmarker mit zweifarbigen beweglichen Elementen*



## 4. Untersuchungsgebiet

Nach einer Vorbesichtigung der odernahen Leitungstrasse am 26.08.2012 wurde der am nächsten zur Oder gelegene Leitungsabschnitt westlich des Flusses (Westoder) als besonders für den Untersuchungszweck geeignet angesehen und in Abstimmung mit der Staatlichen Vogelschutzwarte und dem Auftraggeber als Untersuchungsraum festgelegt. Dieser Abschnitt hat eine Länge von ca. 2,4 km, die Korridorbreite wurde auf ca. 100 Meter, d.h. ca. 54 m Trassenbreite und 46 m „Sicherheitszuschlag“, festgelegt.

Bereits bei der ersten Begehung 2012 stellte sich heraus, dass die für die Untersuchung ausgewählten Flächen höchst unterschiedliche Vegetationsverhältnisse aufweisen. Zum Teil sind die Flächen gemäht und kurzrasig, andere Teilflächen hingegen waren offenkundig keinem Mahdregime unterworfen und dadurch dicht und hoch (bis ca. 150 cm) bewachsen. Auch auf gemähten Flächen werden auf bestimmten Teilflächen ungemähte Streifen mit hoher und dichter Vegetation stehen gelassen, ebenso wird die Vegetation der gequerten Gräben und ihrer Böschungen zum Teil nicht gemäht.

Die folgenden Abbildungen geben die Lage der Untersuchungsflächen, ihre Einsehbarkeit (während der Untersuchungen im November 2012, im Dezember 2013 und im November 2016 ermittelt, siehe Beschriftung) wieder:

Abb. 4 Untersuchungsgebiet 2012

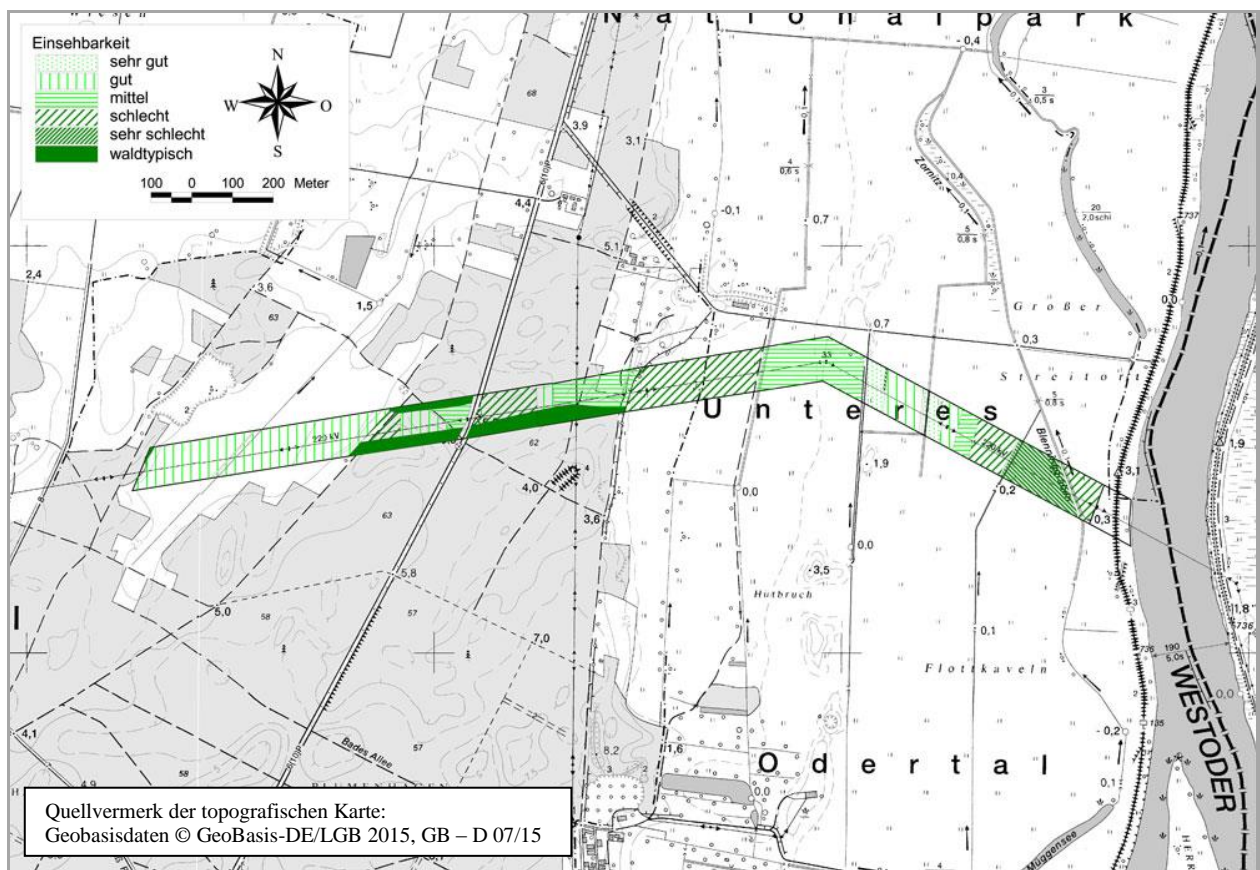
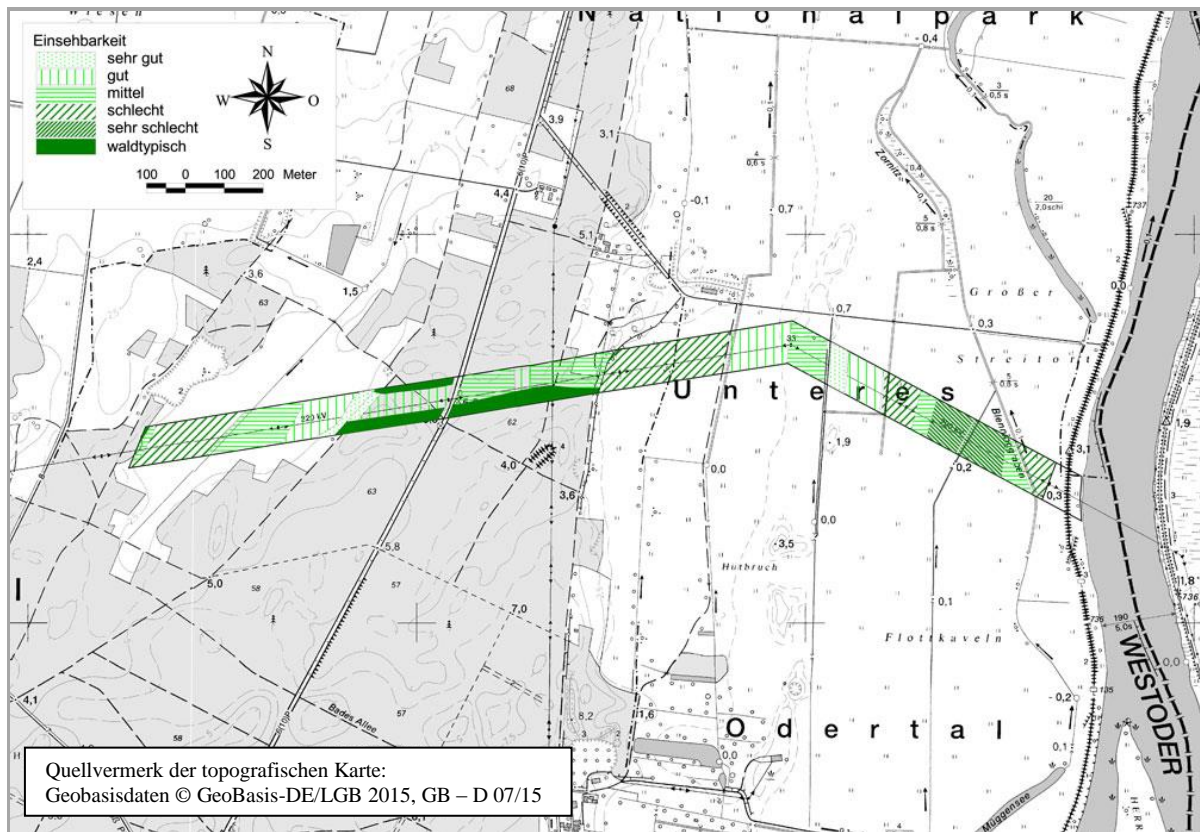


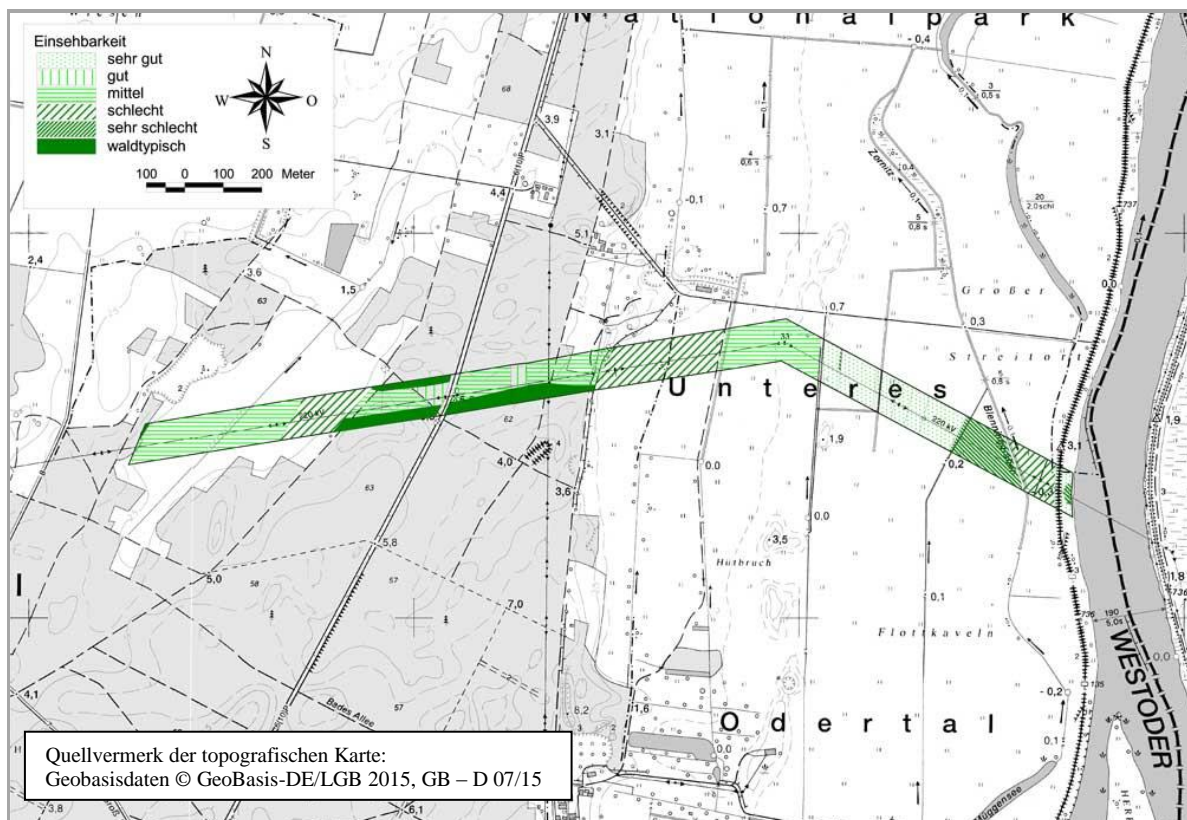


Abb. 5: Untersuchungsgebiet 2013



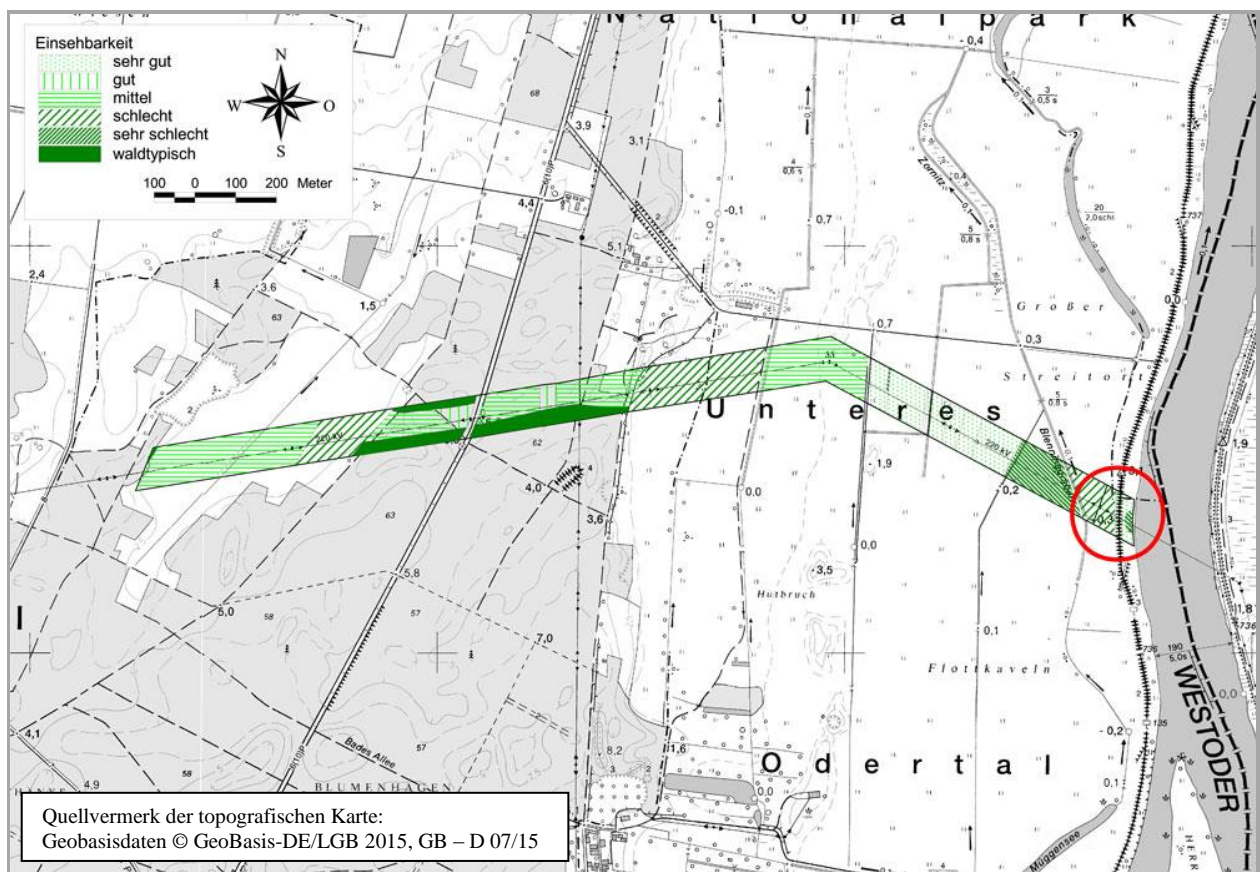
2016 waren mehr Flächen kurz gemäht oder abgefressen und daher besser einsehbar als 2012 und 2013.

Abb. 6: Untersuchungsgebiet 2016



Die Vogelschutzmarker wurden nicht auf der gesamten Leitung bis zur Oder, sondern lediglich bis zum letzten, westlich des Flusses stehenden Mast montiert, da sich der die Oder überspannende Leitungsabschnitt bereits im Verantwortungsbereich des polnischen Netzbetreibers befindet. Dadurch entstand ein unmittelbar an das Untersuchungsgebiet angrenzender Trassenabschnitt von ca. 100 m, der dauerhaft ohne Vogelschutzmarker blieb. Dieser Abschnitt wurde ebenfalls auf Kollisionsopfer untersucht und konnte daher als Kontrollabschnitt verwendet werden, um eventuelle Unterschiede in der Intensität des Vogelzugs erkennbar zu machen.

Abb. 7: Leitungsabschnitt ohne Vogelschutzmarker (Vergleichsfläche Vogelzug 2012, 2013 und 2016)



## 5. Methodik

Für die Methodik der Untersuchung von Anflugopfern von Vögeln an Freileitungen wurden in Absprache mit dem LUGV Abt. RO 7 (vgl. Schreiben des LUGV, Herr Stein, v. 30.07.2012) zu einem wesentlichen Teil die in den letzten Jahren gewonnenen Erkenntnisse zur Kollisionsopfersuche an Windenergieanlagen verwendet. Für die Bewertung zu Grunde zu legen ist danach die Anzahl gefundener Kollisionsopfer unter Berücksichtigung mehrerer zusätzlich zu ermittelnder Korrekturfaktoren. Erst aus der Verrechnung dieser Zahlen lässt sich die Anflugopferrate bestimmen.



Als Korrekturfaktoren werden der Anteil übersehener Tiere (Sucheffizienz) sowie der Anteil der durch Aasfresser (Raubsäuger, Greifvögel oder Krähen) abgetragener Kadaver (Abtragerate) angesehen. Diese beiden Korrekturfaktoren wurden vorab durch Tests ermittelt, wobei die Abtragerate zur Festlegung des Suchintervalls 2012 unmittelbar vor Beginn der Untersuchungen ermittelt werden musste.

Die Anflugopferrate pro Untersuchungsstrecke berechnet sich wie folgt (nach STEIN 2012):

$$H = T : (1 - N) : (1 - A) : (1 - F)$$

$H$  = Hochrechnung Totfunde

$T$  = tatsächlich gefundene Vögel

$N$  = Anteil übersehener Tiere

$A$  = Anteil der durch Aasfresser abgetragenen Kadaver (im Test zu ermitteln)

$F$  = Flächenanteil der nicht abgesuchten Fläche zur gesamten Untersuchungsfläche

Die Größe der Untersuchungsfläche ging nicht in die Rechnung ein, da sie bei der Voruntersuchung und der Suche nach Kollisionsopfern vor und nach Montage der beiden Vogelschutzmarker-Typen identisch war.

Mit Hilfe der in den Voruntersuchungen 2012 ermittelten Abtragerate (siehe Kapitel 6) wurde in Absprache mit der Staatlichen Vogelschutzwarte (Tobias Dürr, Telefonat und eMail vom 07.09.2012) ein Suchintervall von 4 Tagen festgelegt, d.h. alle vier Tage wurde die Fläche unterhalb der Leitung auf Kollisionsoffer abgesucht. Dieses Suchintervall ließ ein optimales Verhältnis zwischen Aufwand und Nachweisrate erwarten. Je nach Intensität des Vogelzugs, Unfallwahrscheinlichkeit von Zugvögeln (z.B. bei Nebel, Jagd) und Witterung („Zugwetter“, Regen) konnte der Begehungstag vom Kartierer vor Ort bei Bedarf um einen Tag vorgezogen oder auf den Folgetag verschoben werden. Dies war 2012 einmal, 2013 dreimal und 2016 einmal nötig. Im Laufe der Untersuchungen stellte sich aber heraus, dass auch Kollisionsoffer gefunden wurden, welche deutlich älter als vier Tage waren.

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft eine Begehung (31.10.2012, mittels GPS-Tracking aufgezeichnet).

*Abb. 8: Beispiel einer Begehung der Leitung zur Suche nach Kollisionsopfern (kleines Bild: vergrößerter Ausschnitt)*



Die Begehungen im Untersuchungsjahr 2012 wurden, nach den Voruntersuchungen zur Ermittlung von Fund- und Abtragerate Ende August (siehe Kapitel 6), am 02., 06., 10., 14., 18., 22., 26. und 30. September, 04., 08., 12., 16., 20., 24., 28. und 31. Oktober sowie 04., 08., 12., 16. und 20. November durchgeführt.

2013 wurde eine Voruntersuchung auf Kollisionsopfer, die schon vor Montage der Vogelschutzmarker verunglückt waren, am 30.08., 2016 am 31.08. durchgeführt. Die für die Ermittlung der Kollisionsopfer nach Anbringung der Vogelschutzmarke durchgeführten Begehungen fanden 2013 am 03., 07., 11., 15., 20., 23. und 27. September, 01., 05., 09., 13., 16., 21., 25. und 29. Oktober, 02., 06., 10., 13., 18. und 22. November statt.

2016 wurden die Begehungen am 04., 08., 12., 16., 20., 24. und 28. September, 02., 06., 10., 14., 18., 22., 26. und 30. Oktober sowie 03., 07., 11., 15., 19. und 22. November durchgeführt. Vor Beginn der eigentlichen Untersuchung wurde am 31.08.2016 eine zusätzliche Begehung durchgeführt, um eventuelle Kollisionsopfer zu ermitteln und einzusammeln, die bereits vor Montage der Vogelschutzmarkierungen verunglückt sind.

Bei den Untersuchungen wurde die Trasse jeweils in ihrer gesamten Länge von 2,4 km und der Breite von ca. 100 m sowie der Vergleichsabschnitt (siehe Abb. 8) mit einer Länge von 100 m langsam begangen und auf Kollisionsopfer, Federwolken und Vogelteile abgesucht.

## 6. Voruntersuchungen

### Abtragerate Eintagsküken

Zur Ermittlung der Abtragerate von Kollisionsopfern (= Anteil der durch Aasfresser, z.B. Raubsäuger, Greifvögel oder Krähen, abgetragener Kadaver) wurden auf der Untersuchungsfläche am 27.08.2012, d.h. vor Beginn der ersten Suche nach Anflugopfern, 12 tote Eintagsküken ausgelegt (siehe Abb. 9) und zur besseren Auffindbarkeit nach Bedarf markiert.

*Abb. 9: Eintagsküken zur Ermittlung der Abtragerate (Bilder unten: je 2 Markierungen, dazwischen je 1 Küken)*





Um zu verhindern, dass sich Aasfresser an den Markierungen orientieren, wurden die Küken in möglichst großer Entfernung zwischen zwei Markierungen ausgelegt. Die Entfernung der Markierungen orientierte sich an den Geländegegebenheiten.

Die ermittelte Abtragerate 2012 wurde sowohl zur Festlegung des Suchintervalls (siehe Kapitel 5) als auch als Korrekturfaktor zur Ermittlung der „Dunkelziffer“ zwar verunglückter, aber von Aasfressern abgetragener Kollisionsopfer verwendet.

2013 und 2016 diente die gleiche Untersuchung nur der Ermittlung des Korrekturfaktors, da das Suchintervall bereits feststand. Daher musste die Untersuchung nicht vor Beginn der Kartierungen und nicht mehr in Eintagesabständen durchgeführt werden. Zur Ermittlung der Abtragerate wurden 2013 am 23.10. und 2016 am 24.10. je achtundzwanzig Eintagsküken auf der Fläche ausgelegt.

Die Untersuchungen zur Ermittlung der Abtragerate ergaben folgendes Bild:

Tab. 1: Wiederfund- und Abtragerate der Eintagsküken

	2012			2013			2016		
	Anzahl Küken	Prozent		Anzahl Küken	Prozent		Anzahl Küken	Prozent	
		Wiederfund	Abtragerate		Wiederfund	Abtragerate		Wiederfund	Abtragerate
Tag 0 27.08.2012 23.10.2013 24.10.2016	12			28			28		
Tag 2 29.08.2012 25.10.2013 26.10.2016	9	75,0	25,0	27	96,4	3,6	26	92,9	7,1



Tag 4 31.08.2012 27.10.2013 28.10.2016	5	41,7	58,3	rechne- risch ermittelt	83,9	16,1	rechne- risch ermittelt	76,8	23,2
Tag 6 02.09.2012 29.10.2013 30.10.2016	3	25,0	75,0	20	71,4	28,6	17	60,7	39,3

Nach ca. zwei Wochen waren von den verbliebenen Eintagsküken nur noch schwer erkennbare Reste zu sehen, die Kadaver waren von Totengräberkäfern teilweise eingegraben worden.

Der Abtragerate 2012 ließ sich entnehmen, dass nach zwei Tagen noch 75 % der ausgelegten Kadaver, nach vier Tagen 41,7 % und nach sechs Tagen 25 % wiederauffindbar waren; d.h. nach 2 Tagen Liegezeit sollten noch drei von vier verunglückten Vögeln, nach vier Tagen noch beinahe jeder zweite und nach sechs Tagen noch jedes vierte Kollisionsopfer im Gelände zu finden sein. Bei realen Anflugopfern ist die Fundwahrscheinlichkeit sogar höher, da z.B. am vierten Tag nicht nur Kollisionsopfer von vor vier Tagen, sondern auch solche vom selben Tag, von gestern, vorgestern und vor drei Tagen vorhanden sein sollten. Als Kompromiss zwischen möglichst hoher Fundwahrscheinlichkeit und praktikablem Begehungsaufwand wurde 2012 in Absprache mit der Staatlichen Vogelschutzwarte (Herr Dürr) ein Rhythmus von vier Tagen als Begehungsintervall festgelegt, so dass im Zeitraum zwischen Anfang September und Ende November einundzwanzig Begehungen erfolgen konnten.

Aus Tabelle 1 lässt sich ablesen, dass die Abtragerate nicht in jedem Jahr gleich hoch war: der Wiederholungstest 2013 ergab, dass nach zwei Tagen noch fast alle (96,4 %) und nach sechs Tagen noch ca. drei von vier Kadavern (71,4 %) auffindbar waren, 2016 betrug die Rate der noch auffindbaren Küken 92,8 % nach zwei und 60,7 % nach sechs Tagen. Nach vier Tagen (nicht im Gelände überprüft) betrug die Fundrate demnach rein rechnerisch 83,9 % (2013) und 76,8 % (2016); dies entspricht einer Abtragerate von 16,1 % (2013) und 23,2 % (2016). Insgesamt war also die Antreffwahrscheinlichkeit nach zwei, vier und sechs Tagen Liegezeit 2013 und 2016 gegenüber 2012 jeweils deutlich höher. Aus Gründen der Vergleichbarkeit erfolgte aber keine Änderung des Begehungsrythmus.

Für die Auswertung der Daten wird die Abtragerate nach 4 Tagen zugrunde gelegt (2012: 58,3 %, 2013: 16,1 %, 2016: 23,2 %), so dass sie mit dem festgelegten Suchintervall korrespondiert.

### **Abtragerate Anflugopfer**

Einige aufgefundene Kollisionsopfer verblieben im Gelände, um deren Abtragerate mit derjenigen der ausgelegten Eintagsküken vergleichen zu können. Hierbei wurde festgestellt, dass ausgewachsene, voll befiederte Vögel häufig deutlich länger im Gelände erkennbar blieben als die vorab untersuchten Eintags-

küken. Bei von Prädatoren abgetragenen Kollisionsopfern waren oft die Schwungfedern, z.T. auch die Flügel abgebissen worden, bei vielen Vögeln war auch das Kleingefieder gerupft. Dadurch entstanden häufig auch nach mehreren Tagen noch identifizierbare „Federwolken“. Zum Teil waren die Federhaufen sogar besser auffindbar als die kompletten Kadaver, da sie sich über größere Flächen verteilt hatten und dadurch stärker auffielen (siehe Abb. 10).

*Abb. 10: Kollisionsoffer*



Die maximale Nachweiszeit der im Untersuchungszeitraum aufgefundenen Kollisionsoffer lag bei ca. 2,5 Wochen, danach waren die Kadaver verwittert und Federwolken vom Wind weggetragen. Die Schätzung der Liegezeit bei sehr großen Vögeln, die offensichtlich bereits vor dem Untersuchungszeitraum verunglückt waren und von denen v.a. Knochen gefunden wurden, lag jedoch z.T. über vier Wochen. Da von diesen Tieren aber das Kollisionsdatum nicht bekannt war sind keine exakten Angaben zur Nachweisdauer möglich. Offenbar verunglücken große Vögel eher selten, sind aber z.T. besonders lange im Gelände nachweisbar. Andererseits war eine am 15.11.2016 im Gelände verbliebene Krickente bereits am 19.11. bis auf einige Federreste verschwunden.

## **Sucheffizienz**

Zur Ermittlung der Sucheffizienz wurden erstmalig am 02. November 2012 zehn Spielzeugfiguren in „Kleinvogelgröße“ (5-7 cm Durchmesser) auf der Trasse verteilt. Die Kontrollflächen wurden so ausgewählt, dass Flächen mit unterschiedlicher Vegetationshöhe möglichst ihrem Anteil im Gebiet entsprechend vertreten waren. Am 04.11.2012, d.h. bei der folgenden Begehung, wurden durch den Kartierer (Ulf Kraatz), der die Auslege-Orte nicht kannte, fünf der Spielzeuge gefunden, d.h. die Fundrate betrug bei der ersten Begehung 50 %. Am 08.11.2012 wurde ein weiteres Spielzeug gefunden, d.h. nach zwei Begehungen betrug die Fundrate 60 %. Die übrigen vier Spielzeuge wurden bis zum Ende der Untersu-

chungen am 16.11.2012, d.h. während vier Begehungen, nicht gefunden. Die ermittelte Fundrate von 50 % bei der ersten Begehung wurde für die Auswertung der Daten von 2012 verwendet.

Am 22. September 2013 wurden ebenfalls zur Ermittlung der Sucheeffizienz 20 Spielzeugobjekte ausgelegt. Ebenso wie 2012 wurden die Kontrollflächen so ausgewählt, dass Flächen mit unterschiedlicher Vegetationshöhe möglichst ihrem Anteil im Gebiet entsprechend vertreten waren. Acht der Spielzeugobjekte, d.h. 40 %, wurden vom Kartierer bei der darauf folgenden Begehung am 23.09.2013 gefunden, drei weitere am 27.09., zwei am 09.10. und eins am 13.10.2013. Sechs Spielzeuge wurden bis zum 23.10.2013 nicht gefunden. Als Korrekturfaktor für die Ermittlung der Kollisionsopfer wurden nur die Funde der ersten Begehung nach der Auslegung verwendet. Die als Korrekturfaktor verwendete Fundrate der Spielzeuge 2013 betrug daher 40 %.

Auch 2016 wurden zur Ermittlung der Sucheeffizienz 29 Spielzeugobjekte ausgelegt, diesmal am 04. Oktober. Aus Vergleichsgründen mit 2013 wurde der gleiche Abstand zur nächsten Begehung (2 Tage) gewählt. Ebenso wie 2012 und 2013 wurden die Kontrollflächen so ausgesucht, dass Flächen mit unterschiedlicher Vegetationshöhe möglichst ihrem Anteil im Gebiet entsprechend vertreten waren. Dabei fiel auf, dass einige Flächen 2016 besser einsehbar waren als 2012 und 2013. Siebzehn der Spielzeugobjekte, d.h. 58,6 %, wurden vom Kartierer bei der darauf folgenden Begehung am 06.10.2016 gefunden, sieben weitere am 10.10. und eine am 14.10.2016. Vier Figuren wurden bis zum 24.10.2016 nicht gefunden. Als Korrekturfaktor für die Ermittlung der Kollisionsopfer wurden, ebenso wie 2012 und 2013, nur die Funde der ersten Begehung nach der Auslegung verwendet. Die als Korrekturfaktor verwendete Fundrate der Spielzeuge 2016 betrug daher 58,6 %, die Rate nicht gefundener Objekte 41,4 %.

*Abb. 11: Spielzeugfiguren zur Ermittlung der Sucheeffizienz*





Abb. 12: Spielzeugfiguren, aus Augenhöhe fotografiert



## 7. Ergebnisse

### Suche nach Anflugopfern 2012 (ohne Vogelschutzmarker)

2012 wurden auf der Untersuchungsfläche insgesamt 46 Vögel gefunden. In einem Fall (Wacholderdrossel am 28.10.2012) handelte es sich wahrscheinlich um das Opfer eines Wanderfalken, da das Tier an einem bekannten Rupfungsplatz lag und die Federn erkennbar ausgerupft (nicht abgebissen) worden waren. Drei der Funde erfolgten bei Begehungen im Zeitraum vom 27.-31.08.2012, konnten jedoch für die Auswertung nicht verwendet werden, da im Vergleichszeitraum (Ende August 2013) die Vogelschutzmarker noch nicht montiert waren und es deshalb 2013 keine verwertbare Vergleichs-Begehung gab (s. Anhang Tab. 8). Verwendet werden daher in beiden Jahren erst die Funde ab Anfang September.

Bei 42 Tieren ist von einer Kollision mit der Hochspannungsleitung im Zeitraum September bis November 2012 auszugehen (s. Anhang Tab. 5).

Entsprechend der in Kap. 3. dargelegten Methodik berechnet sich die Anflugopferrate in 2012 unter Berücksichtigung der zusätzlich ermittelten Korrekturfaktoren Sucheffizienz und Abtragerate gemäß der Formel nach STEIN (2012)

$$H = T : (1 - N) : (1 - A) : (1 - F)$$

wie folgt:

$T$  = Anzahl gefundener Anflugopfer = 42

$N$  = Anteil übersehener Tiere =  $100 - \text{Fundrate}$ , experimentell ermittelt nach Einarbeitung des Kartierers = 50 %

$A$  = Abtragerate nach 4 Tagen, experimentell ermittelt = 58,3 %

$F$  = Flächenanteil der nicht abgesuchten Fläche zur gesamten Untersuchungsfläche = 0

$H$  errechnet sich dann wie folgt:

$$H = 42 : 0,5 : 0,417 : 1 = \mathbf{201,4}$$

201,4 Kollisionsopfer auf 2,4 km Leitungsstrecke entsprechen dem rechnerischen Wert von 83,9 Kollisionsopfern je Leitungskilometer während der Zeit des Herbstzuges vor Montage der Vogelschutzmarker.

### **Suche nach Anflugopfern 2013 (mit schwarz-weißen Spiralen als Vogelschutzmarker)**

2013 wurden insgesamt 24 Vögel gefunden. Eins der Tiere war höchstwahrscheinlich kein Kollisionsopfer, sondern eine Rupfung, wahrscheinlich des gleichzeitig im Gebiet beobachteten Wanderfalken. Zwei Kollisionsopfer wurden am 30.08.2013 gefunden, waren also mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits vor Montage der Vogelschutzmarker verunglückt; dies trifft wahrscheinlich auch auf zwei weitere Vögel zu, von denen am 11. und 15.09. stark verwesene Reste gefunden wurden (s. Anhang Tab. 8). Damit verbleiben 19 Kollisionsopfer nach Montage der Vogelschutzmarker (s. Anhang Tab. 6) zum Vergleich mit den 42 Kollisionsopfern von 2012.

Die Anflugopferate 2013 berechnet sich entsprechend der in Kap. 3. dargelegten Methodik unter Berücksichtigung der zusätzlich ermittelten Korrekturfaktoren Sucheffizienz und Abtragerate gemäß der Formel nach STEIN (2012)

$$H = T : (1 - N) : (1 - A) : (1 - F)$$

wie folgt:

$T$  = Anzahl gefundener Anflugopfer = 19

$N$  = Anteil übersehener Tiere = 100 – Fundrate, experimentell ermittelt nach Einarbeitung des Kartierers = 60 %

$A$  = Abtragerate nach 4 Tagen, aus den experimentell ermittelten Daten berechnet = 16,1%

$F$  = Flächenanteil der nicht abgesuchten Fläche zur gesamten Untersuchungsfläche = 0

$$H = 19 : 0,4 : 0,839 : 1 = \mathbf{56,6}$$

56,6 Kollisionsopfer auf 2,4 km Leitungsstrecke entsprechen dem rechnerischen Wert von 23,6 Kollisionsopfern je Leitungskilometer während der Zeit des Herbstzuges nach Montage der Vogelschutzmarker.

### **Suche nach Anflugopfern 2016 (Vogelschutzmarker mit zweifarbigen beweglichen Elementen)**

2016 wurden insgesamt 26 Vögel gefunden, die alle als Kollisionsoffer eingeschätzt wurden. Am 31.08.2016 wurden Nackenfedern eines Rotmilans gefunden (es wird angenommen, dass das Tier die Kollision überlebt hat), der vermutlich schon vor Montage der Vogelschutzmarker mit der Leitung kollidierte. Damit verbleiben 25 Kollisionsoffer nach Montage der Vogelschutzmarker (s. Anhang Tab. 7) zum Vergleich mit den 42 Kollisionsoffern von 2012 und den 19 Kollisionsoffern von 2013.

Die Anflugopferquote 2016 berechnet sich entsprechend der in Kap. 3. dargelegten Methodik unter Berücksichtigung der zusätzlich ermittelten Korrekturfaktoren Sucheffizienz und Abtragerate gemäß der Formel nach STEIN (2012)

$$H = T : (1 - N) : (1 - A) : (1 - F)$$

wie folgt:

$T$  = Anzahl gefundener Anflugopfer = 25

$N$  = Anteil übersehener Tiere = 100 – Fundrate, experimentell ermittelt nach Einarbeitung des Kartierers = 41,4 %

$A$  = Abtragerate nach 4 Tagen, aus den experimentell ermittelten Daten berechnet = 23,2 %

$F$  = Flächenanteil der nicht abgesuchten Fläche zur gesamten Untersuchungsfläche = 0

$$H = 25 : 0,586 : 0,768 : 1 = \mathbf{55,5}$$

55,5 Kollisionsoffer auf 2,4 km Leitungsstrecke entsprechen dem rechnerischen Wert von 23,1 Kollisionsoffern je Leitungskilometer während der Zeit des Herbstzuges nach Montage der Vogelschutzmarker.

Damit entspricht der berechnete Wert 2016 nach Montage der Vogelschutzmarker mit zweifarbigen beweglichen Elementen ungefähr dem Wert von 2013, als die Vogelschutzmarkierungen in Form schwarz-weißer Spiralen installiert waren. Beide Vogelschutzmarkierungen wirken offenbar annähernd gleich gut, wobei die errechnete Zahl der Kollisionsoffer für die Marker mit beweglichen Elementen geringfügig besser ausfällt.

Die höhere Zahl gefundener Kollisionsoffer 2016 (25) gegenüber 2013 (19) beruht offenbar nicht auf einer höheren Kollisionsrate, sondern auf einer größeren Fundrate, bedingt wahrscheinlich durch die bessere Einsehbarkeit der Flächen. Die Abtragerate war 2016 etwas höher als 2013.

### **Größenklassen und Arten der Anflugopfer**

Die Verteilung der Anflugopfer 2012, 2013 und 2016 war wie folgt:



Tab. 2: Anflugopfer

	2012	2013	2016
<b>Kleinvögel</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>18</b>
Amseln	4	-	1
Buchfinken	-	-	1
Drosseln	21	5	2
Feldlerchen	2	1	-
Feldschwirl	-	1	-
Hausrotschwanz	-	-	1
Kernbeißer	1	2	-
Mönchsgrasmücken	-	2	6
Rauchschwalbe	1	-	-
Rohrammer	-	-	1
Rohrschwirl	1	-	1
Rotkehlchen	1	2	4
Schilfrohrsänger	-	-	1
Star	1	1	-
Waldlaubsänger	-	2	-
Wintergoldhähnchen	1	-	-
unbestimmbar	1	-	-
<b>Vögel mittlerer Größe</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
Bekassinen	2	-	1
Blessralle	1	-	-
Teichralle	-	1	-
Wasserralle	-	-	1
Krickenten	-	-	2
Tauben	3	-	2
Wachtel	1	-	-
<b>Großvögel</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Blessgans	-	-	1
Schwäne	-	2	-
Tundra-Saatgans	1	-	-

### Kontrollabschnitt

Im Kontrollabschnitt, der dauerhaft ohne Vogelschutzmarkierung blieb (siehe Kapitel 4, Abb. 7), wurden 2012 drei, 2013 acht und 2016 ebenfalls drei Kollisionsopfer gefunden (s. Anhang Tab. 9).

Bei Verwendung des Korrekturfaktors gemäß der Formel nach STEIN (2012) ergibt dies folgende Ergebnisse

$$H = T : (1 - N) : (1 - A) : (1 - F)$$

## 2012

$T$  = Anzahl gefundener Anflugopfer = 3

$N$  = Anteil übersehener Tiere = 100 – Fundrate, experimentell ermittelt nach Einarbeitung des Kartierers = 50 %

$A$  = Abtragerate nach 4 Tagen, experimentell ermittelt = 58,3 %

$F$  = Flächenanteil der nicht abgesuchten Fläche zur gesamten Untersuchungsfläche = 0

$$H = 3 : 0,5 : 0,417 : 1 = \mathbf{14,4}$$

## 2013

$T$  = Anzahl gefundener Anflugopfer = 8

$N$  = Anteil übersehener Tiere = 100 – Fundrate, experimentell ermittelt nach Einarbeitung des Kartierers = 60 %

$A$  = Abtragerate nach 4 Tagen, aus den experimentell ermittelten Daten berechnet = 16,1 %

$F$  = Flächenanteil der nicht abgesuchten Fläche zur gesamten Untersuchungsfläche = 0

$$H = 8 : 0,4 : 0,839 : 1 = \mathbf{23,8}$$

## 2016

wie folgt:

$T$  = Anzahl gefundener Anflugopfer = 3

$N$  = Anteil übersehener Tiere = 100 – Fundrate, experimentell ermittelt nach Einarbeitung des Kartierers = 41,4 %

$A$  = Abtragerate nach 4 Tagen, aus den experimentell ermittelten Daten berechnet = 23,2 %

$F$  = Flächenanteil der nicht abgesuchten Fläche zur gesamten Untersuchungsfläche = 0

$$H = 3 : 0,586 : 0,768 : 1 = \mathbf{6,7}$$

14,4, 23,8 und 6,7 Kollisionsopfer auf 0,1 km Leitungsstrecke entsprechen dem rechnerischen Wert von ca. 144, 238 und 67 Kollisionsopfern je Leitungskilometer während der Zeit des Herbstzuges auf dem Kontrollabschnitt ohne Vogelschutzmarker.

Diese Werte zeigen, dass der Vogelzug im Untersuchungsgebiet 2013 wahrscheinlich stärker war als 2012, aber auf keinen Fall geringer. Das bedeutet, dass bei der Auswertung der Daten von 2012 und 2013 die Wirksamkeit der Vogelschutzmarker eher unter-, jedoch keinesfalls überschätzt wird. 2016 dagegen war die absolute Anzahl der gefundenen Kollisionsopfer im Kontrollabschnitt genauso hoch wie 2012,

der berechnete Wert jedoch deutlich geringer. Ob das auf einen geringeren Vogelzug als 2012 und 2013 hindeutet lässt sich mit den vorhandenen Daten nicht beantworten.

## 8. Auswertung und Vergleich der Anflugopfer 2012, 2013 und 2016

Abb. 13: Vergleich der Kollisionsoffer 2012, 2013 und 2016

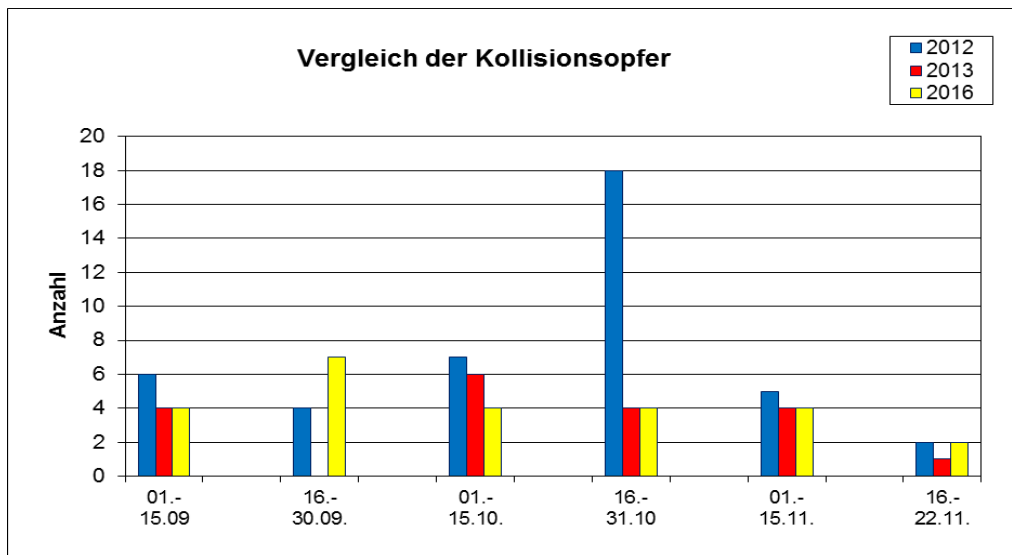
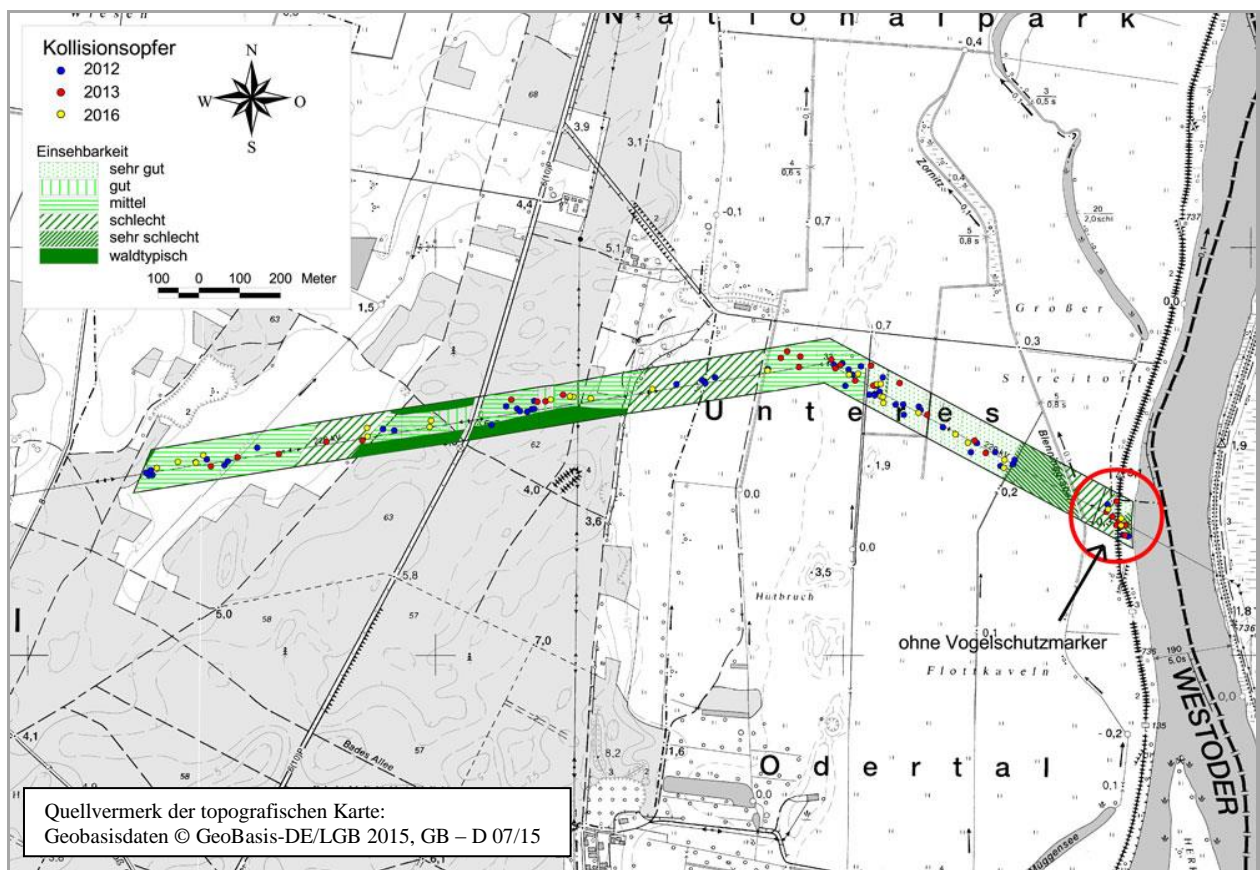


Abb. 14: Lage der Kollisionsoffer 2012 (blau), 2013 (rot) und 2016 (gelb)





Die Art der Tiere konnte in fast allen Fällen bestimmt werden, Alter und Geschlecht waren dagegen nur selten erkennbar.

Die große Zahl an der Leitung verunglückter Kleinvögel zeigt, dass Vögel aller Größenklassen an den Erdseilen verunglücken können und kleine Vögel keinesfalls – wie aufgrund ihrer geringen Körpergröße und der Größenrelation zu den Leiterseilen zu vermuten wäre – einen Vorteil hinsichtlich der Erkennung von Stromleitungen besitzen. Entgegen der Erwartung wurden auch sehr kleine Vögel (Wintergoldhähnchen, Rotkehlchen, Rauchschwalbe) als Kollisionsopfer gefunden.

Die 2012 und 2013 vorgenommene Einteilung der Trasse in verschiedene Teilabschnitte erbrachte nicht die erwarteten Unterschiede. Vorab wurde vermutet, dass die meisten Anflugopfer in unmittelbarer Nähe zur Oder gefunden werden würden, da viele Tiere den Fluss als Leitlinie nutzen und daher in der Regel parallel zum Fluss nahe der Oder fliegen würden. Diese These konnte jedoch durch die Beobachtungen nicht erhärtet werden, spiegelte sich auch in den Fundraten nicht wieder und wurde daher 2016 nicht mehr vorgenommen.

Auch die Einsehbarkeit der Biotope, charakterisiert durch Höhe und Dichte des Bewuchses, spiegelte sich nicht eindeutig in der Zahl der gefundenen Kollisionsopfer. Allerdings wurden (erwartungsgemäß) in den sehr schlecht einsehbaren Flächen mit hoher, sehr dichter Vegetation nur wenige Tiere gefunden. Auf den gut einsehbaren Flächen war dagegen die Anzahl aufgefundener Anflugopfer sehr unterschiedlich und entsprach eher der lokalen Abtragerate und dem dort stattfindenden Vogelzug als der vorhandenen Vegetationsdichte.

In manchen Fällen war offenbar v.a. der Zufall im Spiel, z.B. wurden 2012 an zwei Tagen (08.10. und 24.10.) 2x vier von insgesamt elf Singdrosseln gefunden, die im Oktober dort offenbar in großer Zahl an der Oder entlang zogen. Im September wurden dagegen nur zwei und im November keine Singdrossel gefunden.

### **Statistische Auswertung**

Zu erwarten war, dass die Anzahl der Kollisionsopfer nach der Montage der Vogelschutzmarker abnimmt (Ausgangshypothese).

Zur statistischen Auswertung wurde der t-Test für gepaarte Stichproben verwendet. Das Verfahren untersucht, ob sich die Mittelwerte von zwei verbundenen Stichproben signifikant unterscheiden. Dazu wird jeder Begehung 2012 eine Begehung 2013 bzw. 2016 gegenüber gestellt sowie der Einfluss der Vogelschutzmarker von 2013 und 2016 miteinander verglichen.

*Tab. 3: Datenauswertung 2012 und 2013 und Berechnung der Differenz d*

<b>Begehungsdatum</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>d (Differenz)</b>
02./03.09.	0	1	-1
06./07.09.	0	0	0

10./11.09.	3	1	2
14./15.09.	3	2	1
18./20.09.	0	0	0
22./23.09.	2	0	2
26./27.09.	1	0	1
30.09./01.10.	1	0	1
04./05.10.	2	2	0
08./09.10.	4	3	1
12./13.10.	1	1	0
16./16.10.	2	0	2
20./21.10.	5	2	3
24./25.10.	6	2	4
28./29.10.	3	0	3
31.10./02.11.	2	0	2
04./06.11.	2	1	1
08./10.11.	2	1	1
12./13.11.	1	2	-1
16./18.11.	2	1	1
20./22.11.	0	0	0

Hypothese: Die Anzahl der Kollisionsopfer nimmt nach der Montage der Vogelschutzmarker ab.

Gegenhypothese: Die Anzahl der Kollisionsopfer ist nach der Montage der Vogelschutzmarker genauso groß oder größer als vor der Montage.

Die Prüfgröße  $t$  berechnet sich wie folgt (die Berechnung wurde mit Excel durchgeführt):

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d} * \sqrt{N}$$

$\bar{d}$  = Mittelwert der Differenzen = 1,1

$s_d$  = Standardabweichung der Differenzen = 1,3

$N$  = Stichprobengröße = 21

$$t = 1,1 / 1,3 * 4,58 = 3,9$$

Die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  beträgt  $0,0002 < 0,0005$ , d.h. das Ergebnis ist hochsignifikant.

Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,02 % ist die Hypothese richtig.

Tab. 4: Datenauswertung 2012 und 2016 und Berechnung der Differenz  $d$

Begehungsdatum	2012	2016	d (Differenz)
02./04.09.	0	1	-1
06./08.09.	0	2	-2
10./12.09.	3	1	2
14./16.09.	3	3	0

18./20.09.	0	3	-3
22./24.09.	2	0	2
26./28.09.	1	1	0
30.09./02.10.	1	2	-1
04./06.10.	2	1	1
08./10.10.	4	0	4
12./14.10.	1	1	0
16./18.10.	2	1	1
20./22.10.	5	1	4
24./26.10.	6	2	4
28./30.10.	3	0	3
31.10./03.11.	2	1	1
04./07.11.	2	1	1
08./11.11.	2	0	2
12./15.11.	1	2	-1
16./19.11.	2	1	1
20./22.11.	0	1	-1

Hypothese: Die Anzahl der Kollisionsoffer nimmt nach der Montage der Vogelschutzmarker ab.

Gegenhypothese: Die Anzahl der Kollisionsoffer ist nach der Montage der Vogelschutzmarker genauso groß oder größer als vor der Montage.

Die Prüfgröße t berechnet sich wie folgt (die Berechnung wurde mit Excel durchgeführt):

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d} * \sqrt{N}$$

$\bar{d}$  = Mittelwert der Differenzen = 0,8

$s_d$  = Standardabweichung der Differenzen = 1,96

$N$  = Stichprobengröße = 21

$$t = 0,8 / 1,96 * 4,58 = 1,9$$

Die Irrtumswahrscheinlichkeit p beträgt  $0,02 < 0,05$ , d.h. das Ergebnis ist signifikant, wegen der höheren Standardabweichung ist die statistische Signifikanz jedoch deutlich geringer.

**Die Anzahl der Kollisionsoffer nimmt nach Montage der Vogelschutzmarker 2016 signifikant, 2013 sogar hochsignifikant gegenüber der unmarkierten Leitung ab.**

Damit kann als gesichert gelten, dass die gewählte Methode zur Markierung von Hochspannungsleitungen geeignet ist, das Problem des Leitungsanflugs von Vögeln signifikant zu vermindern.

Der Unterschied zwischen den beiden Vogelschutzmarkierungen ist nicht signifikant (t-Test).

### **Vergleich der Anflugopfer unter Berücksichtigung der ermittelten Korrekturfaktoren**

Ausgehend von den absoluten Zahlen der gefundenen Anflugopfer in 2012 (42) und 2013 (19) bzw. 2016 (25) ergibt sich nach Montage der Vogelschutzmarkierung eine Verringerung der Kollisionsopfer um rund 55 bzw. 40 %.

Um jedoch eine fundierte Bewertung der Wirksamkeit der Vogelschutzmarkierung zu erhalten, sind entsprechend der in Kap. 3 dargelegten Methodik die zusätzlich ermittelten Korrekturfaktoren Sucheffizienz und Abtragerate zu berücksichtigen.

Die Anzahl der Kollisionsopfer, berechnet nach der in Kap. 3 dargestellten Formel nach STEIN (2012), verminderte sich nach Montage der Vogelschutzmarker auf dem 2,4 km langen Leitungsabschnitt des Untersuchungsgebietes von 201,4 auf 56,6 bzw. 55,5 Kollisionsopfer (s. Kap. 7). **Das zeigt für die beiden untersuchten Typen von Vogelschutzmarkierungen eine identische Abnahme der (berechneten) Kollisionsopfer nach Montage der Vogelschutzmarker um ca. 72 %.**

## **9. Diskussion**

Die Untersuchung zeigt, dass die angebrachten Vogelschutzmarker geeignet sind, das Anflugrisiko für fliegende Vögel erheblich zu senken. Dies zeigen sowohl die Rohdaten, als auch die mittels Korrekturfaktoren berechneten Kollisionsopfer-Zahlen.

Bei der Bewertung der Ergebnisse und dem Vergleich zwischen 2012 und 2013 bzw. 2016 ist jedoch auch zu berücksichtigen, dass die *berechnete* Zahl der Anflugopfer insgesamt eher zu hoch liegen dürfte.

Gründe dafür sind:

- Die Eintagsküken wurden alle am gleichen Tag ausgelegt und verblieben eine definierte Zahl von Tagen dort bis zur Kontrolle. Kollisionsopfer dagegen fallen fortlaufend an, so dass der Abstand bis zur nächsten Kontrolle z.T. viel kürzer ist.
- Die Abtragerate der Kollisionsopfer war geringer als die der als Dummies verwendeten Eintagsküken. Bei den ausgewachsenen Kollisionsopfern verblieben oft Gefiederreste im Gelände, die noch tagelang nach dem Abtrag auffindbar waren, während die ausgelegten Eintagsküken, die kein Adultgefieder hatten, vollständig abgetragen wurden.
- Die Fundrate der Kollisionsopfer dürfte höher liegen als die der Dummies (kleine Spielzeugfiguren), da die oben genannten Gefiederreste sich häufig über eine größere Fläche verteilten und daher im Gelände besser sichtbar waren.

Eine Verbesserung des Kartierers durch größere Übung konnte nicht festgestellt werden. Die experimentell ermittelte Fundrate lag 2012 bei 50 %, 2013 bei 40 % und 2016 bei 58 %, diese Abweichung dürfte



zufallsbedingt sein bzw. (2016) auch mit der Einsehbarkeit der Flächen zusammen hängen.

Die Lage der Untersuchungsfläche nahe der Oder, welche für ziehende Vögel eine wichtige Leitlinie darstellt, dadurch attraktiv ist und gerne und häufig von Vögeln aufgesucht wird, ist nicht typisch für die Gesamtleitung oder gar für andere Hochspannungstrassen, die größtenteils in anderen, nicht so stark beflogenen Landschaftstypen verlaufen. Die Anzahl der Kollisionsopfer aus dem untersuchten Gebiet kann daher nicht auf andere Jahreszeiten, die gesamte Leitung oder andere Trassen übertragen werden, z.B. um eine jährliche Anflugrate je Streckenkilometer Hochspannungsleitung zu ermitteln. Beim Unteren Odertal handelt sich um ein Ausnahmegebiet mit einer extrem hohen Zugvogeldichte. Zudem wurden die Untersuchungen zur Zeit des Herbstzuges durchgeführt, in der besonders viele Zugvögel das Gebiet passieren.

Die Wirksamkeit der Vogelschutzmarker hingegen ist universell und auf andere Gebiete und Jahreszeiten übertragbar. In anderen, weniger von Zugvögeln frequentierten Landschaften, aber auch im Unteren Odertal außerhalb der Zugzeiten ist insgesamt mit deutlich geringeren Kollisionsopfer-Zahlen zu rechnen. An der besseren Erkennbarkeit des Leiterseils und den dadurch verringerten Opferzahlen dürfte sich unabhängig von Ort, Lage und Jahreszeit aber prinzipiell nichts ändern.

Beim Vergleich der beiden Vogelschutzmarker ergab sich, dass die Wirksamkeit bei beiden Typen mit ca. 72 % nahezu gleich ist. Hinsichtlich der errechneten Kollisionsopferzahl schneiden die beweglichen Marker geringfügig besser ab, dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Im Gelände fiel auf, dass der Effekt der beweglichen Marker nur bei schwachem und mittlerem Wind wirksam wurde. Bei Windstille hingen die Marker-Elemente unbeweglich herunter, waren aber trotzdem gut sichtbar. Bei starkem Wind dagegen wurden sie vom Wind in eine waagerechte Position gebracht, so dass sie von vorn kaum noch zu sehen waren, sondern optisch mit dem Leiterseil verschmolzen. Dieser Effekt dürfte auch für ziehende Vögel gelten, so dass die beweglichen Marker an Starkwind-Tagen wahrscheinlich deutlich weniger wirksam sind als an Tagen mit leichtem Wind. Die unterschiedliche Sichtbarkeit der Marker und die Beweglichkeit der zweifarbigen Elemente bei verschiedenen Windstärken sind bei der Ausrüstung von Hochspannungsleitungen mit diesem Markertyp zu berücksichtigen und könnten Gegenstand weiterer Forschung und Entwicklung sein.

## 9. Literatur:

- Clauß, G., F.R. Finze, L. Partzsch (1995) : Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner, Band 1, Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt am Main
- Engel, J. (1997): Signifikante Schule der schlichten Statistik. Filander-Verlag Fürth
- Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE (FNN) (2014): FNN-Hinweis Vogelschutzmarkierung an Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen
- Kraatz, U. (2005): Das Europäische Vogelschutzgebiet (SPA) Randow-Welse-Bruch – In: Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 14 (3/4) – S. 116-119
- LUGV Brandenburg, Abt. GR: Nationalparkverwaltung (Hrsg., 2012): Nationalparkplan Unteres Odertal. 3 Bde. – Criewen
- Niermann, I., O. Behr, R. Brinkmann (2007): Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopferzahlen an Windenergiestandorten. Nyctalus 12, Heft 2-3, S. 152-162
- Sachs, L. (1992): Angewandte Statistik. Springer-Verlag
- Scholz, E. (1962): Die naturräumliche Gliederung Brandenburgs – Potsdam: Pädag. Bezirkskabinett – 93 S.
- Stein, A. (2012): Anmerkungen zu einer Methodik für die Untersuchung der Anflugopfer von Vögeln an einer Hochspannungsfreileitung. Schreiben vom 30.07.2012

## Anhang

Tab. 5: Ergebnisse der Suche nach Anflugopfern 2012 (Untersuchungsgebiet ohne Vogelschutzmarker):

Datum	Art	Anzahl	Fund	Liegezeit
02.09.2012	-			
06.09.2012	-			
10.09.2012	Haustaube Rohrschwirl Sporttaube	1 1 (ad.) 1	Federhaufen frisch tot, unberührt Knochenreste und Fuß- ring	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag Liegezeit > 30 Tage
14.09.2012	Blessralle Bekassine Wachtel	1 (ad.) 1 1	frisch tot, angefressen Federhaufen Kadaver, verwest	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag Liegezeit > 7 Tage
18.09.2012	-			
22.09.2012	Singvogel, unbestimmt Ringeltaube	1 1	Federhaufen Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 3 Tage
26.09.2012	Feldlerche	1 (dj.)	abgebissener Flügel und Einzelfedern	Liegezeit > 3 Tage
30.09.2012	Singdrossel	1	komplett, unberührt	Liegezeit < 1 Tag
04.10.2012	Kernbeißer Rauchschwalbe	1 (dj?) 1 (ad.)	komplett, unberührt Flügel und Einzelfe- dern	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
08.10.2012	Singdrossel	4 (dj.?)	3x komplett, unberührt 1 Flügel- und Federres- te	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 3 Tage
12.10.2012	Singdrossel	1 (dj.?)	Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag
16.10.2012	Amsel Rotdrossel	1 (M. dj.) 1	Federhaufen Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
20.10.2012	Rotdrossel Star Feldlerche Wintergoldhähnchen Singdrossel	1 1 (dj.) 1 (ad.) 1 (dj.?) 1	1 Flügel und Federn Federhaufen 1 Flügel komplett, unberührt Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag Liegezeit > 7 Tage Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
24.10.2012	Singdrossel Rotkehlchen	5 1	Federhaufen komplett, unberührt	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
28.10.2012	Singdrossel <del>Wacholderdrossel</del> Bekassine Amsel	1 <del>1</del> 1 1 (M.)	Federhaufen <i>Rupfung</i> Federhaufen Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
31.10.2012	Rotdrossel? Singdrossel	1 1	Körper angefressen Federhaufen	Liegezeit < 3 Tage Liegezeit < 2 Tage
04.11.2012	Rotdrossel Amsel	1 1 (M. dj.)	Körper angefressen Körper angefressen	Liegezeit < 6 Tage Liegezeit < 3 Tage
08.11.2012	Rotdrossel	1	Körper angefressen	Liegezeit < 6 Tage



Datum	Art	Anzahl	Fund	Liegezeit
	Amsel	1 (M.)	Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag
12.11.2012	Singdrossel	1	½ Flügel und Federn	Liegezeit > 30 Tage
16.11.2012	Tundra-Saatgans Rotdrossel	1 (ad.?) 1	Flügel und Federn unversehrt, mit Anflug- trauma	Liegezeit < 6 Tage Liegezeit < 1 Tag
20.11.2012	-			

Abkürzungen: ad. = adult, dj. = diesjährig, W. = weiblich, M = männlich, ? = unsicher, – = kein Fund

Bestimmung vor Ort durch Ulf Kraatz, Nachbestimmung anhand des Gefieders durch die Staatliche Vogelschutzwarte

Tab. 6: Ergebnisse der Suche nach Anflugopfern 2013 (Untersuchungsgebiet Vogelschutzmarker schwarz-weiße Spiralen):

Datum	Art	Anzahl	Fund	Liegezeit
03.09.2013	Schwan, unbestimmbar	1	Kleinfedern	Liegezeit < 1 Tag
07.09.2013	- (s.o.)			
11.09.2013	Feldschwirl	1 (dj.)	unversehrt, mit Anflug- trauma	Liegezeit < 1 Tag
15.09.2013	Rotkehlchen Waldlaubsänger	1 1	Federhaufen Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
15.09.2013	-			
20.09.2013	-			
23.09.2013	-			
27.09.2013	<del>Krickente</del>	±	Rupfung	Liegezeit < 4 Tage
01.10.2013	-			
05.10.2013	Mönchsgrasmücke Mönchsgrasmücke	1 1 (dj?)	Federhaufen unversehrt, mit Anflug- trauma	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 4 Tage
09.10.2013	Rotdrossel Teichralle	2 1	Federhaufen Federn einzeln	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
13.10.2013	Rotkehlchen	1	Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag
16.10.2013	-			
21.10.2013	Rotdrossel Waldlaubsänger	1 1	Federhaufen + Flügel Federhaufen, Knochen	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit > 21 Tage
21.10.2013	-			
25.10.2013	Schwan Kernbeißer	1 (ad.) 1	8 m lange Federspur Federhaufen, Brandge- ruch	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
29.10.2013	-			
02.11.2013	-			
06.11.2013	Kernbeißer	1 (dj.)	unversehrt, mit Anflug- trauma	Liegezeit < 1 Tag
10.11.2013	Wacholderdrossel	1	unversehrt	Liegezeit < 1 Tag

Datum	Art	Anzahl	Fund	Liegezeit
13.11.2013	Star Feldlerche	1 (dj.) 1 (ad.)	Federhaufen unversehrt	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
18.11.2013	Wacholderdrossel	1	Kleinfederhaufen	Liegezeit < 1 Tag
22.11.2013	-			

Abkürzungen: ad. = adult, dj. = diesjährig, W. = weiblich, M = männlich, ? = unsicher, – = kein Fund

Bestimmung vor Ort durch Ulf Kraatz, Nachbestimmung anhand des Gefieders durch die Staatliche Vogelschutzwarte

Tab. 7: Ergebnisse der Suche nach Anflugopfern 2016 (Untersuchungsgebiet Vogelschutzmarker mit beweglichen Elementen):

Datum	Art	Anzahl	Fund	Liegezeit
04.09.2016	Mönchsgrasmücke	1 (dj.)	Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit < 1 Tag
08.09.2016	Rotkehlchen Mönchsgrasmücke	1 1 (M.)	komplett komplett	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
12.09.2016	Singdrossel	1 (dj.)	Federhaufen, abgebissene Federn, Brandgeruch	Liegezeit < 1 Tag
16.09.2016	Rohrschwirl Rotkehlchen Mönchsgrasmücke	1 (ad.) 1 (dj.) 1 (dj.)	komplett Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit 2-3 Tage Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
20.09.2016	Rohrhammer Rotkehlchen	1 (ad. W.) 2 (1 ad., 1 dj.)	komplett 1x Federhaufen, abgebis- sene Federn, 1x komplett	Liegezeit < 1 Tag 2x Liegezeit < 1 Tag
28.09.2016	Mönchsgrasmücke	1 (dj.)	Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit < 1 Tag
02.10.2016	Mönchsgrasmücke Buchfink	1 (M.) 1 (dj. W.)	komplett komplett	Liegezeit 3 Tage Liegezeit 3 Tage
06.10.2016	Mönchsgrasmücke	1	Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit < 1 Tag
10.10.2016	-			
14.10.2016	Bekassine	1	Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit < 1 Tag
18.10.2016	Wasserralle	1 (ad.)	Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit < 1 Tag
22.10.2016	Schilfrohrsänger	1 (dj.)	komplett	Liegezeit > 10 Tage
26.10.2016	Amsel Ringeltaube	1 (ad. M.) 1	Federhaufen Federhaufen, abgebissene Federn, Brandgeruch	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
30.10.2016	-			
03.11.2016	Hausrotschwanz	1 (dj.)	Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit 2 Tage

Datum	Art	Anzahl	Fund	Liegezeit
07.11.2016	Haustaube	1	Federhaufen	Liegezeit > 14 Tage
11.11.2016	-			
15.11.2016	Blessgans Krickente	1 (ad.) 1 (dj.)	Federhaufen, abg. Federn komplett	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
19.11.2016	Rotdrossel	1 (dj.)	komplett	
22.11.2016	Krickente	1 (dj. W.)	Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit < 1 Tag

Abkürzungen: ad. = adult, dj. = diesjährig, W. = weiblich, M = männlich, ? = unsicher, – = kein Fund

Bestimmung vor Ort durch Ulf Kraatz, Nachbestimmung anhand des Gefieders durch die Staatliche Vogelschutzwarte

Tab. 8: Nicht in der Auswertung berücksichtigte Funde da vor Montage der Vogelschutzmarker:

Datum	Art	Anzahl	Fund	Liegezeit
27.08.2012	Wachtel	1 (ad.)	Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag
28.08.2012	Blessralle	1 (ad.)	Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag
31.08.2012	Ente, unbestimmt	1	Großgefieder-Reste	Liegezeit > 10 Tage
30.08.2013	Amsel Ringeltaube	1 (ad.) 1	Federhaufen Federhaufen nahe Mast, evtl. Rupfung	Liegezeit < 1 Tag Liegezeit < 1 Tag
11.09.2013	Wasserralle	1 (ad.)	Körper z.T. verwest	Liegezeit > 14 Tage
15.09.2013	Singdrossel	1	Skelett + Federreste	Liegezeit > 30 Tage
31.08.2016	Rotmilan	1 (dj.)	Nackenfedern	frisch

Abkürzungen: ad. = adult, dj. = diesjährig, W. = weiblich, M = männlich, ? = unsicher, – = kein Fund

Bestimmung vor Ort durch Ulf Kraatz, Nachbestimmung anhand des Gefieders durch die Staatliche Vogelschutzwarte

Tab. 9: Ergebnisse der Suche nach Anflugopfern im Kontrollabschnitt ohne Vogelschutzmarker (siehe Kapitel 4, Abbildung 6):

Datum	Art	Anzahl	Fund	Liegezeit
10.09.2012	Singdrossel	1	frisch tot, angefressen	Liegezeit < 1 Tag
22.09.2012	Mönchsgrasmücke	1 (W)	frisch tot, unberührt	Liegezeit < 1 Tag
16.10.2012	Feldlerche	1	Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag
30.08.2013	Stockente	1 (ad.)	4 ältere Großfedern	Liegezeit > 30 Tage
03.09.2013	Graureiher	1 (ad.)	Skelett + Flügel	Liegezeit > 30 Tage
07.09.2013	Trauerschnäpper	1	frischer Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag
23.09.2013	Trauerschnäpper	1	Federn abgebissen	Liegezeit < 1 Tag
05.10.2013	Singdrossel	1	Federn abgebissen	Liegezeit < 1 Tag
09.10.2013	Singdrossel	1	Federhaufen	Liegezeit < 3 Tage
25.10.2013	Feldlerche	1	Federhaufen	Liegezeit < 1 Tag



Datum	Art	Anzahl	Fund	Liegezeit
02.11.2013	Bekassine	1	Federhaufen, Brandgeruch	Liegezeit < 1 Tag
20.09.2016	Rotkehlchen	1 (ad.)	Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit < 1 Tag
28.09.2016	Rotkehlchen Rauchschwalbe	1 1 (dj.)	2x Federhaufen, abgebissene Federn	Liegezeit < 1 Tag

Abkürzungen: ad. = adult, dj. = diesjährig, W. = weiblich, M = männlich, ? = unsicher, – = kein Fund

Bestimmung vor Ort durch Ulf Kraatz, Nachbestimmung anhand des Gefieders durch die Staatliche Vogelschutzwarte