



Wildunfälle verhindern – was hilft wirklich? Präventionsmaßnahmen auf dem Prüfstand

Abschlussbericht

Christian Trothe, Marcus Meißner & Sven Herzog

November 2016



Institut für Wildbiologie Göttingen und Dresden e. V.
Büsgenweg 3
37077 Göttingen
0551-39-33627
info@institut-wildbiologie.de

in Zusammenarbeit mit



Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
Mercatorstraße 3
24106 Kiel



Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V.
Hansastraße 19
80686 München



Deutscher Jagdverband e.V.
Chausseestraße 37
10115 Berlin



Landesjagdverband Schleswig-Holstein e. V.
Bönnhusener Weg 6
24220 Flintbek



Landesbetrieb für Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein
Mercatorstraße 9
24106 Kiel



Flughafen Hamburg GmbH
Zentralbereich Umwelt
Flughafenstraße 1-3
22335 Hamburg



Schleswig-Holsteinische Landesforsten AöR
Memellandstraße 15
24537 Neumünster



Wildtier-Kataster Schleswig-Holstein
Christian-Albrechts-Universität Kiel
Institut für Natur- und Ressourcenschutz, Abt. Landschaftsökologie
Olshausenstraße 75
24118 Kiel

Bearbeiter

Christian Trothe, M. Sc. (forest)
Institut für Wildbiologie Göttingen und Dresden e. V.
0551-39-12028
trothe@institut-wildbiologie.de

Wissenschaftliche Begleitung

Prof. Dr. Dr. Sven Herzog
Technische Universität Dresden
Institut für Waldbau und Forstschutz
Dozentur für Wildökologie und Jagdwirtschaft
Piener Straße 8
01737 Tharand



Danksagung

Wir bedanken uns bei allen Beteiligten dieser Studie, die durch ihre persönliche und fachliche Unterstützung zum Gelingen beigetragen haben.

Ein besonderer Dank gilt den Revierinhabern und Jagdhelfern vor Ort für ihren unermüdlichen Einsatz bei der Pflege der Teststrecken und der Protokollierung der Wildunfälle. Ohne sie wäre diese Studie nicht möglich gewesen.

Weiterhin gilt unser Dank speziell Herrn Hermann Fedrowitz (ADAC Schleswig-Holstein) für seine beratende und materielle Unterstützung während des Untersuchungszeitraum sowie für seine praktische Hilfestellung während der Ausstattung der Teststrecken mit dem Duftzaun.

Göttingen, im November 2016

INHALT

| | |
|---|-----------|
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS..... | VI |
| TABELLENVERZEICHNIS | IX |
| ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | X |
| GLOSSAR..... | XI |
| 1. ZUSAMMENFASSUNG..... | 1 |
| 2. EINFÜHRUNG | 2 |
| 3. METHODEN..... | 4 |
| 3.1. Fragestellung und Untersuchungsansatz | 4 |
| 3.2. Vermeidungsmaßnahmen | 6 |
| 3.2.1. Duftzaun | 7 |
| Exkurs Sehvermögen von Schalenwild und Mensch | 9 |
| 3.2.2. Halbkreisreflektor..... | 10 |
| 3.3. Teststrecken | 12 |
| 3.4. Aufnahme der Wildunfälle..... | 13 |
| 3.5. Verkehrsmessungen..... | 13 |
| 4. ERGEBNISSE | 14 |
| 4.1. Entwicklung auf den Teststrecken..... | 15 |
| 4.1.1. Teststrecken mit Duftzaun..... | 16 |
| 4.1.2. Teststrecken mit blauem Halbkreisreflektor | 17 |
| 4.2. Reaktion auf Vermeidungsmaßnahmen | 18 |
| 4.3. Jahresverlauf | 20 |
| 4.3.1. Meteorologische Jahreszeiten..... | 22 |
| 4.3.2. Zeitumstellung | 23 |
| 4.4. Tagesverlauf | 24 |
| 4.4.1. Allgemeiner Tagesverlauf..... | 24 |
| 4.4.2. Dämmerung, Sonnenaufgang, Sonnenuntergang | 25 |
| Exkurs Dämmerung..... | 25 |
| 4.5. Wochenverlauf | 30 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.6. | Mond | 31 |
| 4.7. | Landschaftsstrukturen | 32 |
| 4.8. | Wilddichte | 34 |
| 4.9. | Verkehr | 35 |
| 4.9.1. | Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeit | 35 |
| 4.9.2. | Einfluss des Verkehrs auf Wildunfallgeschehen und Präventionsmaßnahmen | 38 |
| 4.10. | Multiple Korrespondenzanalyse (MCA) | 41 |
| 4.11. | Fahrerwahrnehmung | 43 |
| 5. | STAND DER FORSCHUNG | 46 |
| 5.1. | Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen | 46 |
| 5.1.1. | Duftstoffe | 47 |
| 5.1.2. | Wildwarnreflektoren | 50 |
| 5.1.3. | Andere Maßnahmen als Duftzaun und Reflektor | 54 |
| 5.2. | Beeinflussende Faktoren | 58 |
| 5.2.1. | Zeitliche Aspekte | 59 |
| 5.2.2. | Verkehr | 62 |
| 5.2.3. | Bestandsgröße | 64 |
| 5.2.4. | Jagd | 65 |
| 5.2.5. | Landschaft | 65 |
| 5.2.6. | Andere | 66 |
| 6. | ANHANG | 67 |
| | Teil A: Abbildungen | 68 |
| | Teil B: Tabellen | 88 |
| | Teil C: Beschreibung der Teststrecken | 95 |
| | LITERATURVERZEICHNIS | 123 |

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | | |
|-----------|---|----|
| Abb. 2-1: | Wirkungsgefüge Wildunfall | 3 |
| Abb. 3-1: | Auswahl verschiedener Typen von Wildwarnreflektoren | 7 |
| Abb. 3-2: | Ausbringung des Duftzauns | 8 |
| Abb. 3-3: | Blauer Halbkreisreflektor an Leitpfosten | 11 |

| | |
|--|----|
| Abb. 3-4: Seitenradargerät an Teststrecke. | 14 |
| Abb. 4-1: Anzahl Wildunfälle in den Landkreisen Steinburg, Rendsburg-Eckernförde, Segeberg, Plön u. Ostholstein in den Jagdjahren 2007/2008 bis 2014/2015 und deren Veränderung von Jahr zu Jahr. | 16 |
| Abb. 4-2: Entwicklung der Wildunfallzahlen auf den mit Duftzaun ausgestatteten Strecken. | 17 |
| Abb. 4-3: Entwicklung der Wildunfallzahlen auf den mit blauen Halbkreisreflektoren ausgestatteten Strecken. | 18 |
| Abb. 4-4: Wildunfälle im Jahresverlauf. | 20 |
| Abb. 4-5: Relative Häufigkeit von Wildunfällen mit Rehen, getrennt nach Geschlecht und Alter. | 21 |
| Abb. 4-6: Relative Häufigkeit von Wildunfällen mit Schalenwild in Schleswig-Holstein in Abhängigkeit der meteorologischen Jahreszeit. | 22 |
| Abb. 4-7: Abweichung von der erwarteten Häufigkeit von Wildunfällen je Jahreszeit. | 23 |
| Abb. 4-8: Wildunfälle im Tagesverlauf. | 25 |
| Abb. 4-9: Dämmerungsphasen der bürgerlichen und der nautischen Dämmerung. | 26 |
| Abb. 4-10: Relative Häufigkeit von Wildunfällen während der vier Tagesphasen an allen Wildunfällen eines Tages. | 27 |
| Abb. 4-11: Relative Häufigkeit von Wildunfällen während der vier Tagesphasen, korrigiert um anteilige Phasenlänge bezogen auf 24 Stunden. | 27 |
| Abb. 4-12: Anteil der Wildunfälle in Abhängigkeit der Zeit vor und nach Sonnenaufgang und Sonnenuntergang. | 28 |
| Abb. 4-13: Relatives spezifisches Wildunfallrisiko. | 29 |
| Abb. 4-14: Relative Häufigkeit von Wildunfällen nach Wochentagen. | 30 |
| Abb. 4-15: Relative Häufigkeit von Wildunfällen und Verkehrsaufkommen Mo-Fr und Sa-So. | 30 |
| Abb. 4-16: Häufigkeit von Wildunfälle in verschiedenen Mondphasen. | 31 |
| Abb. 4-17: Wildunfälle in Abhängigkeit der Mondhelligkeit. | 32 |
| Abb. 4-18: Relative Wildunfallhäufigkeit an oder in der Nähe zu Landschaftselementen (Knicks, Gehölzinseln) auf den Teststrecken. | 33 |
| Abb. 4-19: Verkehrsfallwild und jagdliche Schalenwildstrecke der Jagdjahre 2001/2002-2013/2014. . | 35 |
| Abb. 4-20: Anteiliges Verkehrsaufkommen nach Tageszeit und Verteilung des Verkehrs auf Geschwindigkeitsklassen. | 36 |
| Abb. 4-21: Veränderung des anteiligen Verkehrsaufkommens je Wochentag. | 37 |
| Abb. 4-22: Anteiliges Verkehrsaufkommen nach Geschwindigkeit und Wochentag. | 38 |
| Abb. 4-23: Durchschnittliche Wildunfallzahlen in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Verkehrsaufkommen (Einzelbetrachtung der Faktoren). | 39 |
| Abb. 4-24: Durchschnittliche Wildunfallzahlen in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Verkehrsaufkommen (kombinierte Betrachtung der Faktoren). | 39 |
| Abb. 4-25: Entwicklung der Wildunfallzahlen auf den mit blauen Halbkreisreflektoren ausgestatteten Strecken in Abhängigkeit von Verkehrsaufkommen und Fahrzeuggeschwindigkeiten. | 40 |
| Abb. 4-26: Entwicklung der Wildunfallzahlen auf den mit Duftzaun ausgestatteten Strecken in Abhängigkeit von Verkehrsaufkommen und Fahrzeuggeschwindigkeiten. | 40 |
| Abb. 4-27: MCA für Wildunfälle mit Rehen und Damhirschen. | 42 |
| Abb. 4-28: Kombination von VZ 142 und VZ 282. | 44 |

| | |
|--|-----|
| Abb. 4-29: Warnung vor Wildwechsel auf 22 km Länge an der B 189 zwischen Magdeburg und Stendal. | 45 |
| Abb. 6-1: Anzahl der verunglückten Personen bei Unfällen durch Wild auf der Fahrbahn in Deutschland bis 2015. | 69 |
| Abb. 6-2: Lage der Teststrecken. | 70 |
| Abb. 6-3: Saisonale Warnbeschilderung in Schleswig-Holstein zur Warnung vor starkem Wildwechsel. | 71 |
| Abb. 6-4: Teststreckenklasse „Wald“ | 71 |
| Abb. 6-5: Teststreckenklasse „Strukturreiche Lebensräume“. | 72 |
| Abb. 6-6: Teststreckenklasse „Offene Landschaft / Landwirtschaft“. | 72 |
| Abb. 6-7: Wildunfallprotokollbogen für den Jagdtausübungsberechtigten. | 73 |
| Abb. 6-8: Wildunfallprotokollbogen für den Geschädigten/Unfallfahrer. | 74 |
| Abb. 6-9: Zeiträume der durchgeführten Verkehrsmessungen auf den Teststrecken. | 75 |
| Abb. 6-10: Google-Suchergebnisse zu Blau als Schreckfarbe für Wildtiere. | 76 |
| Abb. 6-11: Zapfenrezeption von Mensch und Schalenwild. | 77 |
| Abb. 6-12: Stäbchenrezeption von Schalenwild. | 77 |
| Abb. 6-13: Strukturreicher Lebensraum. | 78 |
| Abb. 6-14: Aktivitätsmuster von Rehwild. | 79 |
| Abb. 6-15: Tägliche Verteilung von Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeiten auf den Teststrecken. | 80 |
| Abb. 6-16: Durchschnittliches Verkehrsaufkommen pro 24 Stunden. | 83 |
| Abb. 6-17: Anteiliges Verkehrsaufkommen vor und nach Sonnenaufgang bzw. Sonnenuntergang. ... | 84 |
| Abb. 6-18: Korrespondenzanalyse von Straßenkategorie und Verkehrsaufkommen. | 84 |
| Abb. 6-19: Anteil erklärbarer Varianz je Dimension für die MCA von Wildunfällen mit Rehen und Damhirschen. | 85 |
| Abb. 6-20: Beiträge der Variablenkategorien zu den ersten beiden Dimensionen der MCA für Wildunfälle mit Rehen und Damhirschen. | 85 |
| Abb. 6-21: Verhältnis von tatsächlicher und geschätzter Geschwindigkeit und Entfernung. | 86 |
| Abb. 6-22: Swareflex Wildwarnreflektoren („alter Typ“), Modell 7172 und 7182. | 86 |
| Abb. 6-23: Strieter-Lite Wildwarnreflektor („neuer Typ“), Modell 7176. | 86 |
| Abb. 6-24: Beispiele für Akustische Wildwarner. | 87 |
| Abb. 6-25: Teststrecke B004_SP. | 96 |
| Abb. 6-26: Teststrecke B077_IZ. | 97 |
| Abb. 6-27: Teststrecke B202_FR. | 98 |
| Abb. 6-28: Teststrecke B202_FA. | 100 |
| Abb. 6-29: Teststrecke B202_EH. | 101 |
| Abb. 6-30: Teststrecke B206_IZ. | 102 |
| Abb. 6-31: Teststrecke B206_HI. | 103 |
| Abb. 6-32: Teststrecke B206_BB. | 104 |
| Abb. 6-33: Teststrecke B206_SF. | 105 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Abb. 6-34: Teststrecke B206_BH..... | 106 |
| Abb. 6-35: Teststrecke B206_SH..... | 107 |
| Abb. 6-36: Teststrecke B430_SW..... | 108 |
| Abb. 6-37: Teststrecke B432_GN..... | 109 |
| Abb. 6-38: Teststrecke B432_WE..... | 110 |
| Abb. 6-39: Teststrecke B501_KL..... | 111 |
| Abb. 6-40: Teststrecke L069_SK..... | 112 |
| Abb. 6-41: Teststrecke L084_BD..... | 113 |
| Abb. 6-42: Teststrecke L121_LO..... | 114 |
| Abb. 6-43: Teststrecke L123_HE..... | 115 |
| Abb. 6-44: Teststrecke L298_LW..... | 116 |
| Abb. 6-45: Teststrecke K001_TR..... | 117 |
| Abb. 6-46: Teststrecke K053_SO..... | 118 |
| Abb. 6-47: Teststrecke K073_WA..... | 119 |
| Abb. 6-48: Teststrecke K078_HM..... | 120 |
| Abb. 6-49: Teststrecke K078_SF..... | 121 |
| Abb. 6-50: Teststrecke K089_HA..... | 122 |

TABELLENVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Tab. 4-1: Wildunfälle im Untersuchungszeitraum, getrennt nach Wildarten..... | 14 |
| Tab. 4-2: Anteilige Verteilung der Wildunfälle auf den Teststrecken nach Ausbringung der Vermeidungsmaßnahmen in Abhängigkeit von Wildart und Vermeidungsmaßnahme..... | 19 |
| Tab. 4-3: Entwicklung der Wildunfälle auf den Teststrecken in Abhängigkeit der Wildart und der Vermeidungsmaßnahme..... | 20 |
| Tab. 4-4: Durchschnittliche Wildunfallzahl vor und nach Zeitumstellung..... | 24 |
| Tab. 4-5: Durchschnittliche Wildunfallzahl pro Tag an Samstagen und Sonntagen gegenüber Montagen bis Freitagen..... | 31 |
| Tab. 4-6: Anteil der Wildunfälle auf den Teststrecken in Abhängigkeit der Landschaftsstruktur vor und nach Ausbringung der Präventionsmaßnahmen..... | 33 |
| Tab. 4-7: Wahrnehmung des Wildes durch die Fahrzeugführer vor dem Unfall..... | 43 |
| Tab. 4-8: Wahrnehmung von Wildwarnbeschilderung durch die Fahrzeugführer..... | 43 |
| Tab. 4-9: Geschwindigkeiten zum Unfallzeitpunkt nach Angabe des Fahrzeugführers..... | 45 |
| Tab. 4-10: Anzahl der Wildunfälle bei Dunkelheit je nach eingeschalteter Fahrzeugbeleuchtung..... | 46 |
| Tab. 5-1: Übersicht zu Studien über die Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren zur Vermeidung von Wildunfällen entlang von Straßen..... | 53 |
| Tab. 6-1: Übersicht der Teststrecken..... | 89 |
| Tab. 6-2: Absolute Wildunfallzahlen auf den Teststrecken vor und nach Ausbringung der Präventionsmaßnahmen..... | 90 |

| | |
|---|----|
| Tab. 6-3: Gegenüberstellung von Untersuchungsjahren und Jagdjahren. | 92 |
| Tab. 6-4: F-Test und t-Test für Wildunfallhäufigkeit vor und nach Zeitumstellung..... | 92 |
| Tab. 6-5: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken auf den Teststrecken je Messzeitraum..... | 93 |
| Tab. 6-6: Ergebnisse der Multiple Correspondence Analysis für Wildunfälle mit Rehen und Damhirschen. | 94 |

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

| | |
|--------|---|
| Abs | Abschnitt |
| AD | Abenddämmerung |
| ADAC | Allgemeiner Deutscher Automobil Club e. V. |
| B | Bundesstraße |
| BAST | Bundesanstalt für Straßenwesen |
| BMVBS | Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung |
| Cc | Reh (<i>Capreolus capreolus</i> L.) |
| Ce | Rothirsch (<i>Cervus elaphus</i> L.) |
| Dd | Damhirsch (<i>Dama dama</i> L.) |
| DJV | Deutscher Jagdverband e. V., vorm. Deutscher Jagdschutzverband e. V. |
| DTV | Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke |
| FVA | Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg |
| FWV | Fallwild Verkehr |
| IWGD | Institut für Wildbiologie Göttingen und Dresden e. V. |
| JJ | Jagdjahr |
| K | Kreisstraße |
| L | Landesstraße |
| LBV-SH | Landesbetrieb für Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein |
| LBWH | Landesbetrieb für Wald und Holz Nordrhein-Westfalen |
| LJV-SH | Landesjagdverband Schleswig-Holstein |
| LTi | Lichttechnisches Institut der Universität Karlsruhe |
| MCA | <i>Multiple Correspondence Analysis</i> |
| MD | Morgendämmerung |
| MELUR | Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein |
| MKULNV | Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrheinwestfalen |

| | |
|-----------------|---|
| MLUR | Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein |
| mph | <i>Miles per hour</i> (Meilen pro Stunde, 1 Meile = 1,609344 Kilometer) |
| MUNF | Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein |
| MUNL | Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein |
| N | Nacht |
| OL | Offene Landschaft / Landwirtschaft |
| SHLF | Schleswig-Holsteinische Landesforsten AöR |
| StVO | Straßenverkehrsordnung |
| Str | Strukturreiche Lebensräume |
| Ss | Wildschwein (<i>Sus scrofa</i> L.) |
| T | Tag |
| v ₅₀ | Geschwindigkeit, die von 50 % der Fahrzeuge nicht überschritten wird, entspricht dem Median aller gemessenen Geschwindigkeiten (= durchschn. Geschwindigkeit) |
| v ₈₅ | Geschwindigkeit, die von 85 % der Fahrzeuge nicht überschritten wird; übliche Kontrollgröße für fahrdynamische Bemessungen |
| VA | Verkehrsaufkommen |
| VerkAufk | Verkehrsaufkommen |
| VwV-StVO | Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung |
| VZ | Verkehrszeichen |
| Wa | Wald |
| WTK-SH | Wildtier-Kataster Schleswig-Holstein |
| WU | Wildunfall / Wildunfälle |

GLOSSAR

Area centralis

Bereich der höchsten Dichte von Zapfen auf der Netzhaut, dadurch Bereich des schärfsten Sehens. Die *A. centralis* entspricht in ihrer Funktion der *Fovea centralis*.

Artbezeichnungen

Für die Bezeichnung der Wildarten werden die deutschen zoologischen Artnamen verwendet. Anders als bei den jagdlichen Begriffen, lässt sich aus diesen kein Geschlecht ableiten. Bei „Rothirsch“ und „Damhirsch“ sind daher nicht nur männliche, sondern auch weibliche Tiere dieser Art gemeint.

Fallwild

Dem Jagdrecht unterliegendes Wild, welches eines natürlichen Todes starb oder durch nicht zur Jagdausübung zählende äußere Gewalteinwirkung getötet wurde. Dazu zählt auch das Verkehrsfallwild.

Fixationspunkt

Der Punkt, an dem sich die Blicklinien der Augen kreuzen, dadurch Punkt schärfsten Sehens

Fovea centralis

Auf der Netzhaut befindlicher Bereich mit der höchsten Dichte an Zapfen und somit der Bereich des schärfsten Sehens. Dieser Bereich ist punktförmig und liegt häufig in einer Vertiefung der Netzhaut und wird daher auch als Sehgrube bezeichnet.

Jahreszeiten

| | |
|-----------|-----------------------------|
| Frühling: | 1. März – 31. Mai |
| Sommer: | 1. Juni – 31. August |
| Herbst: | 1. September – 30. November |
| Winter: | 1. Dezember – 28. Februar |

Jagdjahr

Vom Kalenderjahr abweichender Zeitraum vom 1. April eines Jahres bis zum 31. März des Folgejahres.

Kategoriale Variable

Kategoriale Variablen, sind Merkmale (Variablen), die nur wenige Ausprägungen (Kategorien) haben. In der Regel sind kategoriale Variablen nominal oder ordinal skaliert.

Lunation

Die Zeitspanne eines vollen Umlaufs des Mondes um die Erde in Bezug zur Sonne, auch Mondmonat oder Lunarmonat genannt.

Milchreife

Frühes Reifestadium von Getreide mit hoher Attraktivität für Schalenwild. Das Korn ist noch weich und mit einer weißen, süßlichen Flüssigkeit gefüllt.

Prädiktor

Variable, die benutzt wird, um die Werte einer anderen (abhängigen) Variable vorherzusagen.

Sehgrube

→ *Fovea centralis*

Schalenwild

Sammelbegriff für dem Jagdrecht unterliegende Paarhufer. Dazu gehören Geweihträger (bspw. Reh, Rothirsch), Hornträger (bspw. Mufflon) und das Wildschwein. In Schleswig-Holstein vorkommende Schalenwildarten sind Rothirsch, Damhirsch, Reh, Sika, Mufflon und Wildschwein.

Terzil

Statistisches Lagemaß. Durch die Terzile wird eine Verteilung in drei Teile mit gleichem Umfang unterteilt. Jedes Drittel enthält gleich viele Werte (Beobachtungen). Unterhalb des ersten Terzils liegen die unteren 33 % der Werte, oberhalb des zweiten Terzils liegen die oberen 33 %.

Teststrecke

Ein Straßenabschnitt mit hohem Wildunfallaufkommen und insgesamt einheitlicher Landschaftsstruktur, entlang welchem die Präventionsmaßnahmen ausgebracht wurden. In Abhängigkeit der räumlichen Verteilung des Wildunfallgeschehens und der Präventionsmaßnahme kann eine Teststrecke mehrere kürzere Maßnahmenabschnitte, mit dazwischen liegenden maßnahmenfreien Bereichen, umfassen. Die Bezugsgröße für die Auswertung ist die gesamte Teststrecke, unabhängig von ggf. abweichenden Längen der Einzelabschnitte (vgl. Tab. 6-1).

Untersuchungszeitraum

Zeitraum der Jagdjahre 2011/2012 bis 2014/2015, während dessen die Aufnahme der Wildunfälle nach Ausbringung der Präventionsmaßnahmen erfolgte (vgl. Tab. 6-3).

Varianz

Statistisches Maß, welches die Abweichung einer Zufallsvariablen von ihrem Erwartungswert beschreibt.

Verkehrswild

Im direkten Zusammenhang mit dem Straßenverkehr getötete, dem Jagdrecht unterliegende Wildtiere.

Wildtier-Kataster Schleswig-Holstein

Das Wildtier-Kataster führt ein landesweites Monitoring für in Schleswig-Holstein freilebende Wildtiere durch. Es wurde 1995 als Projekt zur dauerhaften Beobachtung der heimischen Wildtiere gegründet. Heute ist es ein Gemeinschaftsprojekt der Landesjägerschaft Schleswig-Holstein und dem Institut für Natur- & Ressourcenschutz der Abteilung Landschaftsökologie an der Christian-Albrechts-Universität Kiel.

1. Zusammenfassung

Über einen Zeitraum von vier Jagdjahren wurden in Schleswig-Holstein an 28 ausgewählten Streckenabschnitten zwei technische Maßnahmen zur Vermeidung von Wildunfällen auf ihre Wirksamkeit untersucht. Zum Einsatz kamen der blaue „Halbkreisreflektor“ sowie der „Duftzaun“. Ergänzend zu dem Vorher-Nachher-Vergleich der Wildunfallzahlen wurde das Wildunfallgeschehen an sich analysiert, um mögliche Einflussfaktoren identifizieren zu können. Die Auswahl der Teststrecken erfolgte nach Wildunfallzahl, Wildarten, Landschaftsstruktur und Straßenklasse. Gerade im Hinblick auf Landschaftsstruktur, Verkehrsaufkommen und vorkommende Schalenwildarten deckte sie damit die vermutlich wichtigsten Rahmenbedingungen im Land ab.

Während des Untersuchungszeitraumes gingen die Wildunfallzahlen auf den mit Duftzaun ausgestatteten Strecken im Mittel um rund 56 % gegenüber den Vorjahren zurück. Auf den Teststrecken mit blauen Halbkreisreflektoren reduzierte sich die Zahl der Wildunfälle im Mittel um 63 %. Es gab weder Hinweise auf eine Gewöhnung des Wildes an die Reflektoren oder den Duftzaun, noch auf eine Verlagerung der Wildunfallereignisse aus den mit Präventionsmaßnahmen ausgestatteten Abschnitten heraus. Unterschiede in der Wirksamkeit beider Maßnahmen zeigten sich beim Damhirsch, hier wirkt der Duftzaun offenbar besser als der blaue Halbkreisreflektor. Beim Reh waren keine Unterschiede zu beobachten. Die Ergebnisse beziehen sich konkret auf die beiden getesteten Maßnahmen unter den jeweiligen Rahmenbedingungen. Sie können daher gerade vor dem Hintergrund der Vielzahl am Markt befindlicher Präventionsmaßnahmen und deren technischer Unterschiede nicht verallgemeinert werden.

Die meisten Wildunfälle mit Rehen ereigneten sich in den Monaten April und Mai. Ein zweiter Höhepunkt zur Paarungszeit im Juli und August konnte – entgegen der Erwartung – nicht bestätigt werden. Wildunfälle mit Damhirschen blieben fast ganzjährig auf ähnlichem Niveau, mit einem deutlichen Höhepunkt während der Paarungszeit in den Monaten Oktober und November. Im Tagesverlauf treten der frühe Morgen sowie der späte Nachmittag bis in die frühen Abendstunden mit einer Häufung der Wildunfälle deutlich hervor. In den kurzen Dämmerungszeiten kommt es relativ zu mehr Wildunfällen als in den längeren Tages- und Nachtphasen.

Als weitere Einflussfaktoren auf das Wildunfallgeschehen konnten die Landschaftsstruktur, Wilddichte, Verkehrsaufkommen, Fahrgeschwindigkeiten und auch die Helligkeit bei Nacht identifiziert werden. Beim Verkehr zeigte sich ein größerer Einfluss auf die Wildunfallhäufigkeit durch zunehmende Geschwindigkeit als durch höheres Verkehrsaufkommen. Darüber hinaus wirkt sich ein zunehmendes Verkehrsaufkommen negativ auf die Wirkung der Vermeidungsmaßnahmen aus.

Deutlich wurde, dass das Wildunfallgeschehen von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst wird, die für sich das Wildunfallrisiko beeinflussen. Eindeutige Zusammenhänge zwischen diesen Faktoren konnten nur in Einzelfällen festgestellt werden.

Trotz deutlicher Unterschiede auf den Versuchsstrecken konnte insgesamt eine durchweg positive Wirkung des Duftzauns und des blauen Halbkreisreflektors auf das Wildunfallgeschehen festgestellt werden. Beide Maßnahmen können somit wichtige Bausteine in der Wildunfallvermeidung sein.

2. Einführung

Verkehrsinfrastruktur kann verschiedenste negative Auswirkungen auf einzelne Arten, Lebensräume oder ganze Ökosysteme haben. Das hohe Bedürfnis der Gesellschaft nach Mobilität lässt ein weiteres Anwachsen dieser Problematik vermuten. Ein wichtiger Aspekt, abgesehen von der Zerschneidung von Lebensräumen, ist die Verkehrsmortalität von Tieren (DONALDSON & BENNET 2004, SEILER 2001).

Für Schalenwild stellt der Verkehr zumeist keinen bestandsbedrohenden Einflussfaktor dar. Bei seltenen Arten, wie beispielsweise dem Fischotter, oder auch Amphibien und Reptilien kann der Verkehrstod jedoch gravierenden Einfluss auf die Populationsentwicklung haben (PHILCOX *et al.* 1999, SEILER 2003, SCHWAB & ZANDBERGEN 2011, FAHRIG *et al.* 1995, ROSEN & LOWE 1994). Schätzungen aus verschiedenen europäischen Ländern gehen von jährlich 350.000 bis zu mehreren Millionen im direkten Zusammenhang mit dem Straßenverkehr getöteten Vögeln aus (ERRITZOE *et al.* 2003).

In Deutschland sind etwa 5 % aller Straßenverkehrsunfälle Unfälle mit größeren Wildtieren (ADAC 2009, 2015). Durchschnittlich alle 2,5 Minuten ereignet sich ein Wildunfall auf unseren Straßen (DJV 2014). Zwischen April 2014 und März 2015 fielen in Deutschland 212.840 Stück Reh-, Rot-, Dam- und Schwarzwild dem Straßenverkehr zum Opfer (DJV 2016). Seit 1991 werden jedes Jahr weit über 2.500 Menschen bei Wildunfällen verletzt (Abb. 6-1). Im Jahr 2010 kamen hierzulande 20 Menschen bei Verkehrsunfällen mit Wild ums Leben, 510 Personen wurden schwer, 2.139 leicht verletzt (ADAC o. J.). Im Jahr 2015 kam es zu 2.580 Unfällen mit Personenschaden bei denen Wild auf der Fahrbahn die Unfallursache war. Dabei wurden 3.054 Personen verletzt und 13 getötet (STATISTISCHES BUNDESAMT 2016). Den Versicherungsgesellschaften wurden 2014 knapp 240.000 Wildunfälle gemeldet, mit Sachschäden in Höhe von rund 575 Millionen Euro (GDV 2015). Verluste in Bezug auf die Vermarktung von Wildfleisch oder Jagdwertminderung fallen zusätzlich ins Gewicht und dürften für einzelne Reviere in betriebswirtschaftlich relevanter Größenordnung liegen. Diese Zahlen verdeutlichen den Handlungsbedarf hinsichtlich der Vermeidung von Wildunfällen, sowohl unter Tierschutzaspekten als auch in Bezug auf eine effektive Reduktion des Risikos für den Menschen.

Die Kollision eines Fahrzeugs mit einem Wildtier resultiert aus dem Zusammenwirken unterschiedlicher Faktoren, welche für Mensch und Tier die Wahrscheinlichkeit für entweder ein Zusammentreffen oder die Vermeidung eines Unfalls bestimmen (Abb. 2-1). Es gibt verschiedene Gründe für ein Wildtier, eine Verkehrsstraße zu überqueren: tageszeitliche Bewegungen, z. B. zwischen Nahrungs- und Ruheplätzen, saisonale Wanderungen

(Paarungs- / Aufzuchtgebiete), Störungen, klimaabhängiges Komfortverhalten oder ungerichtete Bewegungen, z. B. mit dem Ziel neue Lebensräume zu erschließen. Allein die Häufigkeit der Querung einer Straße bestimmt jedoch nicht zwangsläufig die Anzahl von Unfällen. Die Möglichkeiten eines Tieres, eine herannahende Gefahrenquelle richtig einzuschätzen (Geschwindigkeit) oder dieser durch zügige Querung zu entgehen, spielen ebenfalls eine entscheidende Rolle (SEILER 2003, HERRMANN & MATHEWS 2007).

Die Chancen zur Vermeidung einer Kollision auf Seiten des Menschen werden hingegen von der Technik, dem Wahrnehmungs- / Reaktionsvermögen und der Fahrgeschwindigkeit beeinflusst. Beide Seiten des Wildunfallgeschehens – Tier wie Mensch – bieten Ansatzpunkte für Strategien zur Unfallverhütung.

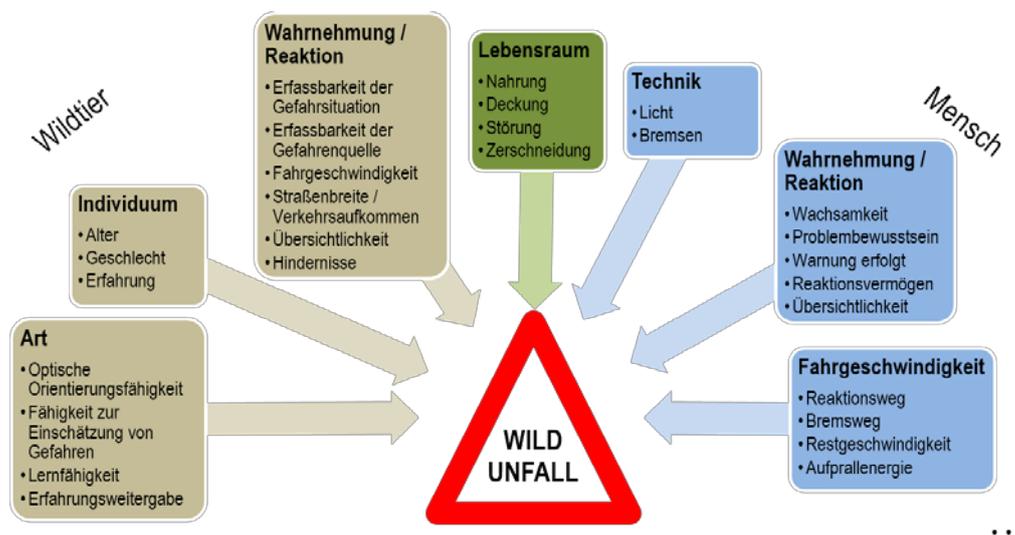


Abb. 2-1: Wirkungsgefüge Wildunfall.

Zur Entschärfung von Wildunfallstrecken werden unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Abgesehen von dem üblichen Verkehrszeichen 142 „Wildwechsel“ und der vorbeugenden Errichtung von Zäunen finden häufig verschiedene Schutzmaßnahmen Anwendung. Hierzu gehören beispielsweise (LINDNER 2006, PUTMAN *et al.* 2004, DVCIC 2004a):

- optische Warnreflektoren,
- akustische Wildwarner,
- olfaktorische Abwehrstoffe (Imitation menschlichen oder tierischen Geruchs),
- saisonale Beschilderung (vgl. Abb. 6-3),
- ereignisgesteuerte elektronische Lichtwarnanlagen oder andere optische Hinweise,
- Reduktion der Fahrgeschwindigkeit,
- Gestaltung der Bankette zur Verbesserung der Übersichtlichkeit für Mensch und Tier,
- Reduktion der Attraktivität des Straßenrandes für Wildtiere,
- Reduktion der Wilddichte.

Das Angebot optischer, akustischer und olfaktorischer Sperr-, Leit- oder Warnsysteme ist entsprechend groß. In Deutschland fehlte es jedoch immer noch an belastbaren Untersuchungen über die Wirkung von Wildunfallpräventionsmaßnahmen (ADAC / DJV / DVR 2008). Zu kurze Laufzeiten, unzureichende Untersuchungstiefe und andere methodische Probleme schränken die Aussagekraft bisheriger Arbeiten ein. International ist entweder der Bezug zu den hier vorkommenden Wildarten zu vermissen oder es sind ebenfalls die vorgenannten Kritikpunkte anzuführen (DANIELSON & HUBBARD 1998, WATSON & KLINGEL 2000, PUTMAN *et al.* 2004, RAMP & CROFT 2006, vgl. Kap. 5). Auch können unterschiedliche Untersuchungsmethoden oder Rahmenbedingungen zu widersprüchlichen Ergebnissen führen.

Aufgrund der anhaltend hohen Wildunfallzahlen in Schleswig-Holstein und dem Mangel an unabhängigen Belegen zur Wirksamkeit von technischen Vermeidungsmaßnahmen, wie beispielsweise Duftzaun und Wildwarnreflektoren, wurde auf Anregung des Landesjagdverbandes Schleswig-Holstein (LJV-SH) und der Stabsstelle Umweltschutz des Flughafens Hamburg GmbH in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb für Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein (LBV-SH), dem ADAC, dem Deutschen Jagdverband (DJV), der Anstalt Schleswig-Holsteinische Landesforsten (SHLF) und dem Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR) von 2011 bis 2015 eine Studie zur Überprüfung der Wirksamkeit von technischen Wildunfallvermeidungsmaßnahmen und zur Analyse des Wildunfallgeschehens durchgeführt.

3. Methoden

3.1. Fragestellung und Untersuchungsansatz

Die mit der Untersuchung zu beantwortenden Fragen hatten einen anwendungsbezogenen, praxisorientierten Hintergrund. Untersucht werden sollte,

- ob handelsübliche Präventionsmaßnahmen zur Vermeidung von Wildunfällen beitragen können und
- welche Faktoren das Wildunfallgeschehen beeinflussen.

Als mögliche beeinflussende Faktoren wurden die Wildart, jahreszeitliche Einflüsse, tageszeitliche Einflüsse, der Mond, Landschaftsstrukturen, Wilddichte und der Verkehr (Kap. 4.2 ff) untersucht. Ziel war die Quantifizierung der Wirksamkeit von technischen Maßnahmen zur Vermeidung von Wildunfällen unter verschiedenen Rahmenbedingungen. Aufgabe der Studie war nicht herauszufinden, *wie* die Präventionsmaßnahmen wirken, sondern *ob* und in welchem Ausmaß.

Bei wissenschaftlichen Studien werden allgemein zwei Untersuchungsansätze unterschieden: experimentelle Studien und korrelative Studien. Bei *experimentellen Forschungsdesigns* wird eine Hypothese überprüft, in dem die unabhängige Variable gezielt manipuliert und der Effekt auf die abhängige Variable gemessen wird. Hierbei muss der gemessene Effekt eindeutig der Veränderung der unabhängigen Variablen zugerechnet werden können. Der Einfluss anderer

Variablen (Störvariablen) muss kontrolliert, randomisiert (zufallsverteilt) oder ausgeschaltet werden (*Ceteris-paribus-Klausel*), um Kausalaussagen treffen zu können. Experimente bauen auf entsprechendem Wissen über die relevanten Variablen auf und untersuchen die Beziehung zwischen den vermuteten Prädiktoren und den entsprechenden Kriterien. Um ein Experiment handelt es sich nur dann, wenn

- eine Unterscheidung von unabhängigen Variablen und abhängigen Variablen möglich ist,
- die unabhängige Variable der abhängigen Variable immer stets vorausgeht und
- Daten von wenigstens zwei Gruppen verglichen werden.

Quasi-Experimente berücksichtigen im Aufbau bestimmte Eigenschaften von Versuchsobjekten, statt diese rein zufällig zu verteilen. Aus quasi-experimentellen Untersuchungen können keine Kausalzusammenhänge abgeleitet werden, da nicht feststellbar ist, ob die unabhängige Variable die Veränderung der abhängigen Variablen bedingt oder umgekehrt und ob nicht beide Ereignisse durch weitere Variablen gestört sind.

In korrelativen Studien wird die Struktur der Beziehungen der relevanten Variablen gesucht und quantitativ-systematisch analysiert. Solche *Ex-post-facto-Untersuchungen* werden durchgeführt, wenn die Bedingungen für ein Experiment oder Quasi-Experiment nicht erfüllt sind. Dabei werden sowohl unabhängige als auch abhängige Variablen gemessen, Störvariablen können allerdings nicht kontrolliert werden.

Bei *Ex-post-facto-Untersuchungen* können zwei grundsätzliche methodische Probleme auftreten:

1. Ungeklärte kausale Reihenfolge von Variablen – es lässt sich nicht beobachten, in welche Richtung ein Einfluss geht.
2. Wirkung von Drittvariablen – es muss damit gerechnet werden, dass es weitere Variablen (sogenannte Drittvariablen) gibt, die einen Einfluss auf die abhängige Variable ausüben.

Entscheidend für Aufbau und Aussage einer Studie ist nicht nur die Auswahl der Untersuchungsebene, sondern auch die der Zielvariablen, das heißt was bzw. welcher Wert gemessen werden soll. Soll die direkte Wirkung von Präventionsmaßnahmen auf ein Wildtier nachgewiesen werden, wäre ein verhaltensbiologischer (experimenteller) Ansatz zu wählen. Zu untersuchen wäre hier die Wirkung eines bestimmbar Reizes auf das Wildtier mit einer messbaren Reaktion im Verhalten. Die Erhebung einer Verhaltensänderung ist jedoch grundsätzlich aufwändig und im Rahmen einer Feldstudie mit angemessenem Aufwand nicht realistisch. Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen dagegen erfordern einen erheblichen Aufwand, um die klassischen Schwächen von Gehegeversuchen zu vermeiden, beispielsweise die in Freiland und Gehege unterschiedliche und kaum erfassbare Empfindlichkeit der Tiere gegenüber technischen / anthropogen verursachten Reizen. Zudem lassen sich in einem Gehege verschiedene und vor allem wechselnde Rahmenbedingungen nur schwer bis gar nicht abbilden. Vor dem Hintergrund der Fragestellung erschien es daher sinnvoll, die ausgewählten Vermeidungsmaßnahmen unter verschiedenen

Rahmenbedingungen im praktischen Einsatz an Wildunfallsschwerpunkten vor Ort zu testen. Somit schied ein Gehegeversuch für diese Studie aus.

Der gewählte Untersuchungsansatz entspricht einer *nicht-experimentellen, korrelativen Studie* im Ex-post-facto-Design. Die abhängige Variable (Zielvariable) ist die Anzahl der Wildunfälle. Diese sollte durch die unabhängige Variable „Präventionsmaßnahme“ beeinflusst werden. Da es sich um einen Feldversuch handelt, treten naturgemäß weitere unabhängige Variablen auf, wie u. a. Wilddichte, Aufmerksamkeit der Fahrer, anthropogene Störungen des Wildes, die nicht kontrolliert oder gemessen werden können. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, ist eine entsprechende Untersuchungstiefe erforderlich. Das Ziel einer Erfassung der wichtigsten Rahmenbedingungen auf den Teststrecken – hier vor allem des Verkehrs – erfordert jedoch zwangsläufig eine Begrenzung der Anzahl der Strecken. Das gewählte Vorgehen begrenzt daher die Stichprobengröße und bringt so eine höhere Anfälligkeit der Studie gegenüber den verschiedenen weiteren Einflussgrößen auf das Wildunfallgeschehen mit sich. Der gewählte Ansatz war daher eine Gradwanderung zwischen praktischem Erkenntnisgewinn für die vor Ort Beteiligten, allgemeiner Aussagekraft und realistisch leistbarem Aufwand. Die hier vorgestellten Auswertungen liefern dennoch ein eindeutiges Ergebnis.

3.2. Vermeidungsmaßnahmen

Die Auswahl der zu überprüfenden Vermeidungsmaßnahmen orientierte sich an den Prämissen *Marktüblichkeit, bereits in der Anwendung, einfache Beschaffung und einfache Handhabung*. Außerdem sollten *unterschiedliche Reize* des Wildes angesprochen sowie *bestehende Wildwechsel nicht unterbrochen* werden. Bei optischen Vermeidungsmaßnahmen, also den sogenannten Wildwarnreflektoren, war zusätzlich eine Gewichtsgrenze zu berücksichtigen. Nach Maßgabe der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) benötigen Wildwarnreflektoren eine Zulassung oder Freigabe durch die BASt, sofern sie mehr als 100 Gramm wiegen. Als Verkehrszeichen 620 der StVO dürfen Leitpfosten darüber hinaus nicht in ihrem Bild verändert werden (BASt 2010, 2015). Ortsfeste akustische Vermeidungsmaßnahmen bestehen in der Regel aus einem Wildwarnreflektor und einer Einheit, welche Geräusche aussendet. Durch die akustische Einheit liegt das Gewicht dieser Wildwarner in der Regel über 100 Gramm. Damit sind sie ohne ein gesondertes Genehmigungsverfahren der BASt nicht einsetzbar. Akustische Wildwarner, die dieser Vorgabe genügen, waren zum Projektbeginn nicht auf dem Markt zu finden. Für die weitere Auswahl standen somit optische und olfaktorische Maßnahmen zur Verfügung.

Bei den olfaktorischen Vermeidungsmaßnahmen setzen viele Produkte auf einen dauerhaften Vergrämungseffekt (bspw. *Volta*, *Gastol* (CML-Jagd 2016), *Schalenwildvergrämung 2151 D* (Wildtier- & Forstprogramm 2016), *Porocol* (invatec GmbH 2016), *WILDGRANIX Granulat* (SeNaPro GmbH 2016)). Diese Produkte wurden ursprünglich entwickelt, um Wild von Flächen fernzuhalten und so Wildschäden an land- oder forstwirtschaftlichen Kulturen zu vermeiden. Der erwünschte Vergrämungseffekt könnte somit Wildwechsel verhindern und Austauschbeziehungen über Straßen hinweg beeinträchtigen. Die Entscheidung fiel daher auf

den *Duftzaun* der Firma Hagopur, bei dem nach Herstellerangaben Wildwechsel nicht unterbrochen werden sollen (vgl. Kapitel 3.2.1).

Das Angebot an Wildwarnreflektoren, als optische Vermeidungsmaßnahmen, umfasst verschiedene Farben und Bauarten (Abb. 3-1). Aufgrund des Farbsehvermögens von Schalenwildes (JACOBS *et al.* 1994, JUNKER 2004, PÜRSTL 2006) schieden rote Reflektoren aus. Blaue Reflektoren schienen dagegen aufgrund der hohen Empfindlichkeit des Schalenwildauges für das blaue bzw. blau-grüne Wellenlängenspektrum (vgl. Exkurs Sehvermögen von Schalenwild und Mensch) besonders geeignet zu sein. Entscheidend ist hierbei die Fähigkeit zur Wahrnehmung, nicht eine im Allgemeinen häufig unterstellte Eigenschaft von Blau als „Schreckfarbe“ für das Wild (Abb. 6-10). Wildwarnreflektoren können grundsätzlich nur eine Wirkung erzielen, wenn die Intensität des reflektierten Lichtes die Intensität des Umgebungslichtes übersteigt – also bei Dunkelheit. Nach den vorliegenden Erkenntnissen über das Sehvermögen von Schalenwild ist davon auszugehen, dass dann kein Farbsehen mehr stattfindet (vgl. Exkurs Sehvermögen von Schalenwild und Mensch). Es ist also nicht die Farbe an sich ausschlaggebend, sondern der Wellenlängenbereich des reflektierten Lichtes. Die weitere Auswahl wurde daher auf blaue Reflektoren eingeschränkt.

Zum Zeitpunkt der Auswahl der Vermeidungsmaßnahmen erfüllte nur der *Halbkreisreflektor* (Fa. Schilderwerke Beutha GmbH) die gestellten Anforderungen.



Abb. 3-1: Auswahl verschiedener Typen von Wildwarnreflektoren.

3.2.1. Duftzaun

Der Duftzaun der Firma Hagopur ist ein olfaktorisches Repellent – es wird also der Geruchssinn der Tiere angesprochen. Gemäß der Produktbeschreibung wird durch den Einsatz des Duftzauns „insbesondere Reh- und Rotwild beim Überqueren von Straßen in seinem Verhalten so beeinflusst, dass in der Verbindung Duft, Geräusch und Bewegung das Wild die so markierten

Straßenbereiche meidet.“ (HAGOPUR 2011). Gleichzeitig soll jedoch keine Barrierewirkung entstehen. „Wildwechsel bleiben erhalten; das Verhalten in angestammten Lebensräumen wird nicht beeinträchtigt. Die besondere Sensibilisierung des Wildes erfolgt gezielt nur im Bereich der Fahrbahnränder. Der Duftzaun ist auch bei schwierigen Geländebedingungen ein rascher sowie einfacher Wild- und Unfallschutz aus Stoffen natürlich abbaubarer Basis.“ (HAGOPUR 2011).

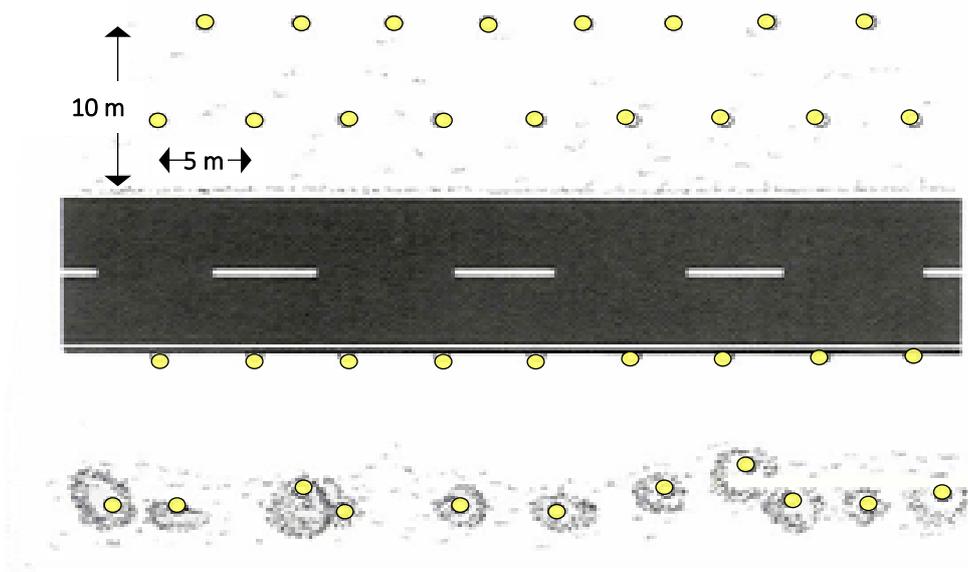


Abb. 3-2: Ausbringung des Duftzauns. (HAGOPUR 2011, verändert)

Der Duftzaun besteht aus einem bauschaum-ähnlichen Trägersubstrat, in den ein Duftkonzentrat gespritzt wird. Durch die feinen Poren des Schaums soll dann der Duft – nach Angaben des Herstellers eine Komposition aus Geruchsbestandteilen von Wolf, Luchs, Bär und Mensch – freigesetzt werden. Die Wirkung des Duftzauns soll sich aus dem Zusammenspiel von Geruch, Geräusch und Bewegung der Fahrzeuge ergeben. Nur wenn über den Geruch hinaus zusätzlich noch das Geräusch eines herannahenden Fahrzeugs und dessen Bewegung wahrgenommen werden, sollen die Tiere vom Überqueren der Fahrbahn abgehalten werden. Fehlen Geräusch und Bewegung soll das Wild auf seinen angestammten Wechsellinien die Straße überqueren.

Der Duftzaun wird durch Anbringen von „Schaumdepots“ entlang der gefährdeten Streckenabschnitte an Pflöcken, Straßenbegrenzungen, Sträuchern oder Bäumen ausgebracht. Für eine optimale Wirkung wird eine „durchgehende Duftbarriere zwischen Straße und Wald bzw. Wiese“ (HAGOPUR 2011) empfohlen. Dazu sollen die Schaumdepots in Abständen von 5 Metern zueinander in zwei Reihen parallel zum Straßenrand ausgebracht werden (Abb. 3-2). Zur Erhaltung der Wirksamkeit sollen die Depots mindestens zweimal jährlich mit dem

Duftzaun-Konzentrat nachgeimpft werden. Die Schaumdepots selbst sollen der Witterung bis zu fünf Jahren standhalten (HAGOPUR 2011).

Der Duftzaun unterscheidet sich in seinem Anwendungsbereich von den im Rahmen dieser Studie ebenfalls untersuchten Wildwarnreflektoren. Er wurde ursprünglich als Maßnahme zur Entschärfung kleinräumiger, lokal begrenzter Wildunfallsschwerpunkte empfohlen und eingesetzt, während Reflektoren i. d. R. auf längeren, teilweise über mehrere Kilometer verlaufenden Abschnitten eingesetzt werden. Grundsätzlich ist auch der Einsatz des Duftzaunes über längere Strecken möglich. Dem ursprünglichen Einsatzzweck folgend wurde der Duftzaun im Rahmen dieser Studie an entsprechenden Schwerpunkten in kurzen, teilweise mehreren aufeinanderfolgenden, Abschnitten von maximal 500 m Länge ausgebracht.

Exkurs Sehvermögen von Schalenwild und Mensch

Im Vergleich zum Menschen, aber auch zu Raubtieren, sitzen die Augen bei Huftieren wie Reh oder Damhirsch mehr seitlich als nach vorn gerichtet am Schädel. Damit kann Schalenwild weite Teile seines Umfeldes optisch erfassen. Das Sehfeld beträgt rund 300°. Durch die seitlich angeordneten Augen geht wegen der geringen Überlappung der Sehfelder der einzelnen Augen stereoskopischen Sehvermögen verloren. Damit sind diese Wildarten nur eingeschränkt in der Lage, Entfernungen oder Geschwindigkeiten zu schätzen (PEICHL 1997, READ 2015).

In den Augen trifft gebündeltes Licht auf die Netzhaut, wo es durch Photorezeptoren (Sehzellen) in elektrische Impulse umgewandelt wird. Bei den Rezeptoren werden zwei verschiedene Typen unterschieden: die für das Hell-Dunkel-Sehen verantwortlichen Stäbchen und die für das Farbsehen verantwortlichen Zapfen. Die Zapfen benötigen eine sehr viel höhere Lichtintensität als die Stäbchen und arbeiten daher nur bei Tageslicht optimal. Stäbchen sind bis zu 1.000-mal lichtempfindlicher als Zapfen und ermöglichen das Sehen geringer Lichteinstrahlung.

Die räumliche Verteilung der Zapfen auf der Netzhaut unterscheidet sich bei Menschen und Schalenwild. Während der Bereich des schärfsten Sehens beim Menschen punktförmig ist (Sehgrube, *Fovea centralis*), zeigen sich bei Tieren verschiedene, an die jeweilige Lebensweise angepasste Formen. So ist bei Rehen und anderen Schalenwildarten dieser Bereich horizontal länglich ausgeprägt (*Area centralis*). Zusammen mit einer horizontal geschlitzten Pupille können so Bewegungen besonders gut wahrgenommen werden, ohne selbst den Kopf bewegen zu müssen (SCHIVIZ *et al.* 2008, BANKS *et al.* 2015, MALMSTRÖM & KRÖGER 2006).

Eine Voraussetzung, um unterschiedliche Farben wahrnehmen zu können, sind verschiedene Zapfentypen. Der Mensch besitzt drei verschiedene, welche für unterschiedliche Wellenlängenbereiche des Lichtes – kurzwellig, mittelwellig und langwellig – empfindlich sind (Abb. 6-11, BOWMAKER & DARTNALL 1980, GRAUMANN & SASSE 2005). Schalenwild dagegen besitzt nur zwei Zapfentypen: einen für kurzwelliges Licht von Ultraviolett bis Blau und einen für mittelwelliges Licht für den grünen bis gelben Farbbereich. Ein Zapfentyp für langwelliges Licht fehlt (Abb. 6-11). Im Wellenlängenbereich oberhalb von 600 nm findet daher fast keine Wahrnehmung mehr statt (JACOBS *et al.* 1994, VERCAUTEREN & PIPAS 2003, COHEN *et al.* 2014). Damit können Reh, Hirsch und anderes Schalenwild Farben nicht in gleicher Weise sehen wie Menschen

– sie sind jedoch nicht farbenblind. Am ehesten lässt sich die Farbwahrnehmung von Schalenwild mit der eines rotblinden Menschen vergleichen.

Neben den fehlenden Rezeptoren für das langwellige Licht verfügt das Schalenwildauge nur über einen geringen Anteil an Zapfen. Bis zu 90% der Photorezeptoren sind Stäbchen. Allein dadurch ist die Fähigkeit, während Dämmerung und Dunkelheit zu sehen bereits gut ausgeprägt (PEICHL 1997, JUNKER 2004). Die höchste Empfindlichkeit der Stäbchen liegt rund um 480-520 nm (Abb. 6-12), also dem Übergang vom blauen zum grünen Licht. Verstärkt wird diese Fähigkeit durch eine – gegenüber dem Menschen – bis zu neunmal größere Pupillenöffnung und durch das *Tapetum lucidum*, einer hinter der Netzhaut befindliche reflektierende Schicht, durch die das in das Auge einfallende Licht ein zweites Mal die Netzhaut passiert. Dieses *Tapetum lucidum* ist auch dafür verantwortlich, dass die Augen von Hirschen, ebenso wie die von Katzen oder Hunden, nachts leuchten, wenn sie von einer Lichtquelle angestrahlt werden. Durch die größere Pupillenöffnung kann mehr Licht in das Auge gelangen, welches darüber hinaus durch die zweimalige Passage der Netzhaut intensiver verarbeitet wird.

Das in den Stäbchen enthaltene Protein *Rhodopsin* erhöht die Empfindlichkeit der Stäbchen für Photonen und ermöglicht das Sehen bei wenig Licht. Die maximale Absorption des einfallenden Lichtes durch *Rhodopsin* liegt im Bereich um 500 nm (ECKERT *et al.* 2002). Bei Lichteinfall zerfällt *Rhodopsin* in seine Bestandteile und die Lichtempfindlichkeit des Auges wird vermindert. Mit abnehmender Lichtintensität kann sich *Rhodopsin* langsam wieder im Auge anreichern (HARGRAVE 2001, GROSS 2001, ZHOU *et al.* 2012, BINDER o. J.). Der hohe Anteil Stäbchen in Verbindung mit der großen Pupillenöffnung führt im Scheinwerferlicht von Kraftfahrzeugen zunächst zu einer Photonen-Übersättigung der mit *Rhodopsin* angereicherten Stäbchen. Wird ein Stück Schalenwild in der Nacht von einem Scheinwerfer direkt angestrahlt, kommt es daher zunächst zu einer starken Blendung des Auges und darauf zum Zerfall des *Rhodopsins*. Das Tier kann dann nicht mehr aus dem hellen Scheinwerferlicht hinaus in die dunkle Umgebung sehen und sich nicht mehr orientieren. Die Gefahrenquelle „Fahrzeug“ ist dann nicht mehr erkennbar.

3.2.2. Halbkreisreflektor

Der sogenannte *Halbkreisreflektor* (Abb. 3-3) wurde ursprünglich von Konrad Löhnert aus Bayreuth entwickelt. Mittlerweile erfolgen Produktion und Vertrieb durch die Firma Schilderwerke Beutha GmbH.

Der Reflektor besteht aus einem halb-ovalen Kunststoffkörper, welcher mit einer mikroprismatischen Reflexfolie der Firma 3M beklebt ist. Das Scheinwerferlicht eines Fahrzeuges soll in einem Winkel von 1,5° längs zum Straßenrand zurückgeworfen werden, wodurch ein „durchgehender Lichtzaun“ entstehen soll. Durch die Rundung soll das Licht auch weiter zur Seite reflektiert werden, ohne den umliegenden Bereich unnötig auszuleuchten. Außerdem soll die halbrunde Form zusammen mit dem sich ändernden Einfallswinkel des Lichtes eine Bewegung simulieren und so das Bewegungssehen des Wildes ansprechen (SCHILDERWERKE BEUTHA 2014).



Abb. 3-3: Blauer Halbkreisreflektor an Leitpfosten.

Die Reflektoren werden direkt an den Leitpfosten befestigt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Anbringung lückenlos erfolgt, also kein Pfosten ausgelassen wird. Nach der Anbringung sollte immer wieder kontrolliert werden, dass die Reflektoren nicht durch Schlamm, Schnee, Streusalz oder ähnliches verschmutzt sind, da eine Reflektion dann nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr stattfinden kann. Ebenso kann zu hoher Bewuchs am Straßenrand die gewünschte Abstrahlung behindern (Abb. 6-30). Die zeitlichen Abstände der Kontrollen sind an die jahreszeitlichen Gegebenheiten (Ernte, Schnee, Vegetationszeit, ...) anzupassen.

Die Verwendung retro-reflektierender Folie bei Wildwarnreflektoren wird mitunter kritisch gesehen. So unterstellt beispielsweise die Bundesanstalt für Straßenwesen, dass die Autofahrer durch diese Art von Wildwarnreflektoren „gestört und irritiert“ würden und, dass „die Wirkung des Nachtkennzeichens der Leitpfosten (Zeichen 620 der StVO) [also der eigentlichen Reflektoren eines Leitpfostens] von der Wirkung derartiger Wildwarnreflektoren überlagert wird, was eine unzulässige Veränderung des Verkehrszeichens bei Nacht bedeuten würde. [...]“ (BASt 2010). Das Lichttechnische Institut (LTI) der Universität Karlsruhe kam jedoch zu dem Ergebnis, dass die Rückstrahlwerte der blauen Halbkreisreflektoren „deutlich unter den geforderten Mindestwerten üblicher Retro-reflektoren an Leitpfosten“ liegen (LTI 2009). Eine störende Wirkung dieser Reflektoren könne, unabhängig von der Farbe Blau, ausgeschlossen werden, so das LTI (2009)¹.

¹ Ungeachtet des Gutachtens des LTI, findet sich die Einschätzung der BASt in unveränderter Weise nach wie vor auf der entsprechenden Internetseite (BASt 2015).

3.3. Teststrecken

Eine Teststrecke ist ein Straßenabschnitt mit insgesamt einheitlicher Landschaftsstruktur, entlang welchem die Präventionsmaßnahmen ausgebracht wurden. In Abhängigkeit der räumlichen Verteilung des Wildunfallgeschehens und der Präventionsmaßnahme können Teststrecken mehrere kürzere Bereiche mit Maßnahme und dazwischen liegenden maßnahmenfreien Bereichen umfassen. Die Bezugsgröße für die Auswertung ist die gesamte Teststrecke, unabhängig von ggf. abweichenden Längen der Einzelabschnitte (vgl. Tab. 6-1).

Die Auswahl an Teststrecken erfolgte im Anhalt an die (vermutlich) wichtigsten Einflussfaktoren, um die im Land vorhandenen Rahmenbedingungen möglichst abzudecken. Potentielle Teststrecken wurden über den Landesjagdverband Schleswig-Holstein gemeldet und anhand der Kriterien *hohe Wildunfallzahl*, *Wildarten*, *Landschaftsstruktur* und *Straßenklasse* ausgewählt. Der Anwendungsbereich der Präventionsmaßnahmen, insbesondere des Duftzauns – liegt auf Wildunfallschwerpunkten bzw. Strecken mit höheren Wildunfallzahlen. Ein geeigneter Straßenabschnitt sollte demnach eine möglichst hohe Zahl von Wildunfällen – mindestens 8 Wildunfälle pro Jahr und laufendem Straßenkilometer – aufweisen, um mögliche Veränderungen infolge der Ausbringung von Präventionsmaßnahmen erkennen zu können. Hinweise auf eine Verzerrung oder eine mangelnde Übertragbarkeit der Ergebnisse durch diese Auswahl gab es nicht. Aufgrund besonders geeigneter Rahmenbedingungen wurden in Einzelfällen Strecken trotz relativ geringer Wildunfallzahlen in das Projekt aufgenommen. Im Zuge der Analyse bestätigte sich die erwartete schwierige Interpretierbarkeit der beobachteten Veränderungen (vgl. Kap. 4.1.1).

Auch wenn in Schleswig-Holstein die weit überwiegende Zahl von Wildunfällen mit Rehen erfolgt, kommen Damhirsche auf fast der gesamten Landesfläche vor, jedoch mit regionalen Schwerpunkten. Gerade vor dem Hintergrund der in Schleswig-Holstein regional hohen Bedeutung dieser Art im Wildunfallgeschehen schließt die Auswahl daher Strecken mit hohem Damhirschvorkommen ein. Die letztendliche Streckenauswahl erstreckt sich über die Landkreise Segeberg, Steinburg, Plön, Ostholstein und (mit einer Strecke) den südöstlichen Teil des Kreises Rendsburg-Eckernförde. Sie umfasst somit die vier Landkreise mit den – ausgehend von Jagdstrecke und Fallwildzahlen – höchsten Damhirschvorkommen.

Die Teststrecken wurden nach der im Umfeld vorherrschenden Landschaftsstruktur bzw. Landnutzungsform in drei Klassen unterteilt: *Offene Landschaft / Landwirtschaft*, *Strukturreiche Lebensräume* und *Wald*. Die Klasse *Offene Landschaft / Landwirtschaft* umfasst Strecken bei denen die angrenzenden Naturräume durch landwirtschaftliche Nutzflächen bzw. Grünland geprägt sind. Die Landschaft ist überwiegend offen und ohne größere, durch Schalenwild als Deckung oder Leitstruktur nutzbare Gehölzinseln, Knicks oder ähnliches (Abb. 6-6). Die Klasse *strukturreiche Lebensräume* beinhaltet durch landwirtschaftliche Nutzung geprägte Flächen mit Brachflächen, Gehölzinseln, kleinere Waldstücke, Hecken und vor allem den für Schleswig-Holstein landschaftsprägenden Knicks (Wallhecken, Abb. 6-5). Die Lebensräume weisen daher zahlreiche Deckungselemente und Randlinien auf. In der Klasse

Wald finden sich die Strecken die überwiegend durch oder entlang geschlossener Waldgebiete führen (Abb. 6-4).

Zu Beginn des Jagdjahres 2011/2012 wurden insgesamt 28 Teststrecken – 17-mal Bundesstraße, 5-mal Landesstraße und 6-mal Kreisstraße – mit Präventionsmaßnahmen ausgestattet (Tab. 6-1). Dabei kam auf elf Teststrecken der Duftzaun zum Einsatz, auf 16 Strecken waren blaue Halbkreisreflektoren angebracht. Auf einer Teststrecke wurden in einem Abschnitt Reflektoren sowie in einem zweiten Abschnitt Duftzaun ausgebracht. Aufgrund fehlender räumlicher Auflösung der Wildunfälle aus den Vorjahren konnte keine getrennte Betrachtung der beiden Abschnitte als einzelne Teststrecken erfolgen. Maßnahmenspezifische Auswertungen der Veränderungen der Wildunfallzahlen konnten daher für diese Strecke nicht erfolgen. Für allgemeine Betrachtungen, wie bspw. tages- oder jahreszeitliche Verteilungen, konnte die Strecke unabhängig davon genutzt werden.

Von den 28 zu Beginn angelegten Teststrecken konnten 22 Strecken in den Vorher-Nachher-Vergleich der Wildunfallzahlen einbezogen werden. Auch wenn das Vorliegen von Vergleichsdaten aus den Vorjahren Voraussetzung für eine Aufnahme in das Untersuchungsprofil war, konnten vier Strecken wegen fehlender oder letztendlich unvollständiger Daten aus der Zeit vor Projektbeginn nicht in diese Auswertung einfließen. Unabhängig davon wurden die während des Untersuchungszeitraumes (Tab. 6-3) gesammelten Daten dieser Strecken für die übrigen Auswertungen genutzt. Zwei weitere Strecken wurden nicht berücksichtigt, da sich die im Projektverlauf bereitgestellten Daten als unklar bzw. unvollständig herausstellten und an einer dieser beiden Strecken zudem die installierte Präventionsmaßnahme nachträglich manipuliert wurde.

3.4. Aufnahme der Wildunfälle

Die Aufnahme der Wildunfälle erfolgte unmittelbar vor Ort durch die Jagdausübungsberechtigten. Dafür wurden zwei verschiedene Protokollbögen erstellt. Ein Bogen für den Jagdausübungsberechtigten, auf dem die Sachdaten zum Wildunfall eingetragen wurden, sowie ein Bogen für den Unfallfahrer / die Unfallfahlerin, auf dem zusätzliche Angabe zur subjektive Wahrnehmung des Wildunfalls abgefragt wurden (Abb. 6-7 & 6-8). Die Protokollbögen wurden durch die Jagdausübungsberechtigten gesammelt und jährlich an das Institut für Wildbiologie Göttingen und Dresden e. V. (IWGD) übermittelt.

3.5. Verkehrsmessungen

Um herauszufinden, in welchem Ausmaß der Verkehr einen Einfluss auf das Wildunfallgeschehen hat, wurden auf den Teststrecken von März 2011 bis August 2013 elektronische Verkehrsmessungen durchgeführt (Abb. 6-9). Dazu wurden anfänglich vier Seitenradargeräte IMPACTOR (Abb. 3-4) der Firma IMPACT systems GmbH, Köln eingesetzt. Das Radargerät wird auf einer beliebigen Straßenseite in einem Winkel von 27° zum Straßenrand an Schildermasten, Laternenpfählen oder ähnlichem angebracht. Für beide

Fahrtrichtungen werden Geschwindigkeit, Länge und Fahrtrichtung der erfassten Fahrzeuge sowie Datum und Uhrzeit der Messung gespeichert. Aufgrund von Diebstählen von insgesamt drei Geräten, mussten die Verkehrsmessungen im August 2013 eingestellt werden.



Abb. 3-4: Seitenradargerät an Teststrecke.

4. Ergebnisse

Im Untersuchungszeitraum vom 01.04.2011 bis zum 31.03.2015 wurden entlang der Teststrecken insgesamt 782 Wildunfälle dokumentiert. Annähernd zwei Drittel dieser Unfälle ereigneten sich mit Rehen, knapp ein Drittel mit Damhirschen. Wildunfälle mit Wildschweinen und Rothirschen spielten eine untergeordnete Rolle. Der vergleichsweise hohe Anteil von Damhirschen geht auf die Streckenauswahl zurück. Das Wildtier-Kataster Schleswig-Holstein (WTK-SH) erfasste für die Jagdjahre (JJ) 2012/2013 und 2013/2014 insgesamt 6.549 Wildunfälle mit Schalenwild. Mit rund 90 % haben die Rehe hier ebenfalls den höchsten Anteil am Unfallgeschehen (Tab. 4-1).

Tab. 4-1: Wildunfälle im Untersuchungszeitraum, getrennt nach Wildarten.
(Zahlen des WTK-SH nur für Jagdjahre 2012/2013 und 2013/2014.)

| | Reh | Damhirsch | Rothirsch | Wildschwein |
|--------|--------------|------------|------------|-------------|
| IWGD | 473 (60 %) | 231 (30 %) | 10 (1 %) | 68 (9 %) |
| WTK-SH | 5.863 (90 %) | 447 (7 %) | 19 (0,3 %) | 220 (3 %) |

Die Zahlen zeigen, dass das Wildunfallgeschehen in Schleswig-Holstein im Wesentlichen durch Rehe geprägt wird. In der Diskussion muss jedoch zwischen den Arten differenziert oder zumindest der jeweilige Bezug klar benannt werden – Wildunfälle allgemein, also unter

Einbeziehung aller (Schalen-)Wildarten oder artspezifische Wildunfälle. Bei mehreren beteiligten Schalenwildarten kann ein verzerrtes Bild entstehen, wenn das Wildunfallgeschehen verallgemeinernd über alle Wildarten betrachtet wird (vgl. Kap 4.3).

Der deutliche Unterschied im Verhältnis von Damhirsch- zu Rehunfällen zwischen den Datensätzen ergibt sich der Auswahl der Teststrecken dieser Studie (vgl. Kap. 3.3). Das sich aus den Daten des WTK-SH ergebende Verhältnis von 1 : 13,1 entspricht fast dem der Jahresberichte Jagd und Artenschutz des schleswig-holsteinischen Umweltministeriums der Jagdjahre 2001/2002 bis 2013/2014 mit 1 : 14,7 (MUNF 2002, MUNL 2003, 2004, MLUR 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, MELUR 2012, 2013, 2014) und kann daher als repräsentativ angenommen werden.

Die genauen Wirkmechanismen der beiden untersuchten, wie auch der übrigen am Markt befindlichen, Präventionsmaßnahmen sind unklar. Daher dürfen die in den Kapiteln 4.1 und 4.2 dargestellten maßnahmenbezogenen Ergebnisse nicht direkt auf andere olfaktorische oder optische Maßnahmen übertragen oder verallgemeinert werden.

4.1. Entwicklung auf den Teststrecken

Auf keiner der im Vorher-Nachher-Vergleich ausgewerteten 22 Strecken kam es, verglichen mit den entsprechenden Vorjahreszeiträumen, zu einer Zunahme der Wildunfälle innerhalb des Studienzeitraumes. Im Gesamtdurchschnitt aller Strecken konnte ein Rückgang um rund 60 Prozent festgestellt werden. In den fünf Landkreisen, in denen die Teststrecken lagen, zeigte sich im ersten Untersuchungsjahr (JJ 2011/2012, vgl. Tab. 6-3) insgesamt ein Rückgang der Wildunfälle um 16 Prozent, nach steigenden Unfallzahlen in den vorhergehenden drei Jagdjahren. Im zweiten Untersuchungsjahr (JJ 2012/2013) nahmen die Wildunfälle gegenüber dem Vorjahr wieder leicht zu. Insgesamt liegen die Wildunfallzahlen im Untersuchungszeitraum auf dem Niveau der Jagdjahre 2007/2008 und 2008/2009 (Abb. 4-1).

Ein Vergleich der mittleren Wildunfallzahl pro Jahr der Jagdjahre 2007/2008 bis 2010/2011 mit den Jagdjahren des Untersuchungszeitraumes (JJ 2011/2012 – 2014/2015, Tab. 6-3) ergibt einen relativen Rückgang der Wildunfälle um 7,5 %. Die zum Teil deutliche Reduktion der Wildunfälle auf den Teststrecken kann daher nicht auf ein insgesamt gesunkenes Wildunfallaufkommen zurückgeführt werden.

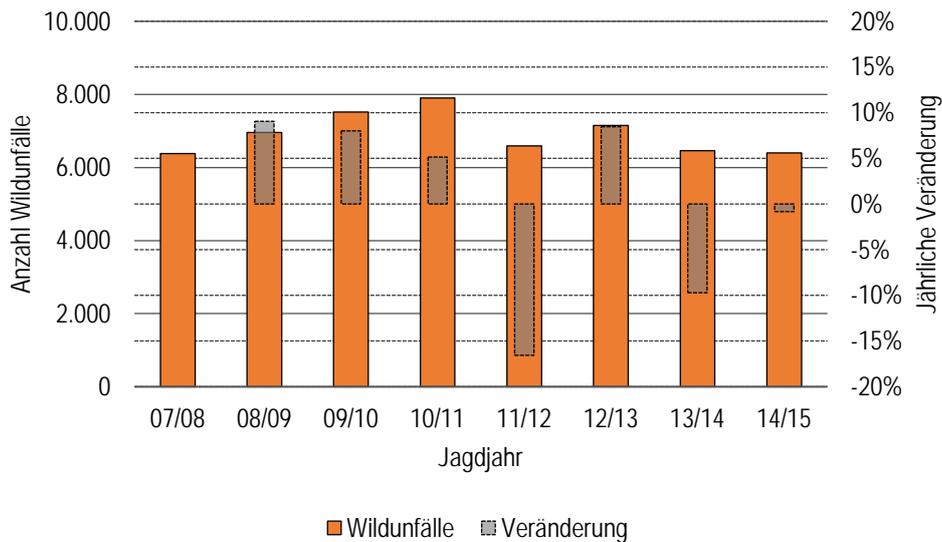


Abb. 4-1: Anzahl Wildunfälle in den Landkreisen Steinburg, Rendsburg-Eckernförde, Segeberg, Plön u. Ostholstein in den Jagdjahren 2007/2008 bis 2014/2015 und deren Veränderung von Jahr zu Jahr. (MLUR 2008, 2009, 2010, 2011, MELUR 2012, 2013, 2014, MELUR persönliche Mitteilung vom 12.11.2015).

4.1.1. Teststrecken mit Duftzaun

Auf den mit Duftzaun ausgestatteten Strecken zeigten sich in den vier Untersuchungsjahren gegenüber den Vorjahren Rückgänge der Unfallzahlen von 33 % bis zu 94 % (im Mittel 63 %). Lediglich auf zwei Strecken blieb die Zahl der Wildunfälle nahezu unverändert (Abb. 4-2). Eine räumliche Verlagerung der Wildunfälle infolge eines Umgehens der Duftzaunabschnitte durch das Wild konnte nicht festgestellt werden.

Keine Veränderung nach Ausbringung des Duftzaunes zeigte sich im Fall der Teststrecke B004_SP. Hierfür kommen zwei mögliche Aspekte in Betracht: die in diesem Bereich bereits vor der Maßnahme vergleichsweise niedrige Wildunfallzahl innerhalb des Duftzauns von lediglich ein bis zwei Wildunfällen pro Jahr (vgl. auch Beschreibung der Teststrecke ab S. 96), die eine Veränderungsanalyse erheblich erschwert, sowie der Einfluss des Verkehrs durch das tägliche Verkehrsaufkommen (vgl. Kap. 4.9).

Der lediglich zwei Prozent betragende Rückgang an der Teststrecke L084_BD lässt sich nicht auf eine mangelnde Wirkung des Duftzaunes zurückführen. Von 49 gemeldeten Wildunfällen im Untersuchungszeitraum, ereigneten sich lediglich sieben innerhalb der beiden entlang der Landesstraße ausgebrachten Duftzaunabschnitte. Die übrigen Unfälle verteilten sich auf die Bereiche außerhalb der Duftzäune. Insgesamt zeigte sich eine diffuse räumliche Verteilung der Wildunfälle, welche keinen Anhaltspunkt für eine Verlagerung der Wildbewegung infolge der Ausbringung des Duftzaunes erkennen lässt. Dies zeigte auch der Vergleich der Lokalisationen der Wildunfälle vor und nach Ausbringung des Duftzaunes. Bei der Abgrenzung der Duftzaunabschnitte wurde von einer deutlichen Schwerpunktbildung ausgegangen und Duftzaun entsprechend kleinräumig ausgebracht. Erst später verfügbare Daten zeigten eine

großräumige Verteilung der Wildunfälle bereits vor Ausbringung des Duftzaunes. Für die Bewertung der Wirksamkeit des Duftzaunes wurde diese Strecke daher nicht berücksichtigt.

Die Wildunfallzahlen auf den übrigen Strecken unterlagen zwar jährlichen Schwankungen, es gab jedoch keine Hinweise auf Gewöhnungseffekte, durch steigende Unfallzahlen.

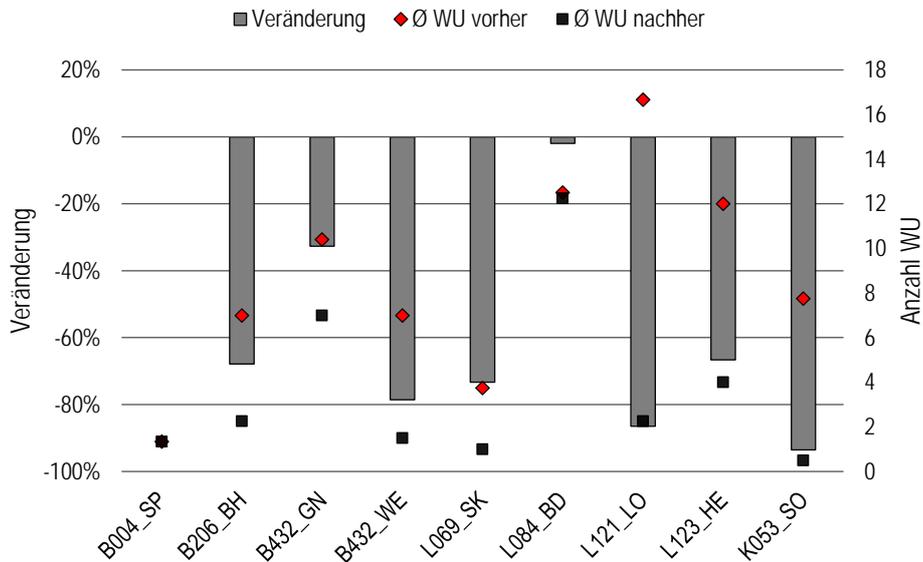


Abb. 4-2: Entwicklung der Wildunfallzahlen auf den mit Duftzaun ausgestatteten Strecken. Dargestellt sind die absoluten durchschnittlichen Wildunfallzahlen vor und nach der Ausbringung des Duftzauns sowie die relative Veränderung.

4.1.2. Teststrecken mit blauem Halbkreisreflektor

Auf den mit blauen Halbkreisreflektoren ausgestatteten Strecken gingen die Unfallzahlen zwischen 41 und 85 Prozent (im Mittel 63 %) zurück (Abb. 4-3). Insgesamt konnten keine Veränderungen der Wildunfallzahlen festgestellt werden, die auf eine Gewöhnung des Wildes an die Reflektoren schließen lassen. Bei zwei Strecken zeigten sich, bei einer deutlichen Reduktion im Mittel, gegen Ende des Untersuchungszeitraums wieder zunehmende Wildunfallzahlen (Tab. 6-2). An der B202_EH wurde im letzten Jahr nahezu der Durchschnittswerte der Vorjahre ohne Reflektor erreicht. Die Strecke weist jedoch starke Schwankungen der Unfallzahlen auf – sowohl vor als auch nach Anbringung der Reflektoren. Zwar kann ein Gewöhnungseffekt nicht ausgeschlossen werden, aufgrund der bereits vor Anbringung der Reflektoren vorhandenen Schwankungen der Unfallzahlen von mehr als 200 % lassen sich dafür jedoch keine klaren Anhaltspunkte erkennen. Gerade im Hinblick auf die Wirkung der Reflektoren drängt sich die Frage nach den Ursachen der Schwankungen auf, eine belastbare Erklärung dafür wurde nicht gefunden.

An der B206_BB zeigte sich bis zum dritten Untersuchungsjahr (Tab. 6-3) der insgesamt größte Rückgang der Wildunfälle auf den Strecken mit Halbkreisreflektor. Im vierten Jahr wurde ein

deutlicher Anstieg der Wildunfälle festgestellt (Tab. 6-2). Da jedoch fünf der acht im Jagdjahr 2014/2015 zu verzeichnenden Wildunfälle bei Helligkeit geschahen, liefert dies keine Anhaltspunkte für eine Gewöhnung des Wildes an die Maßnahme. Darüber hinaus wurde im Zuge der Fertigstellung der angrenzenden Ortsumgehung um Bad Bramstedt im Juli 2014 die bereits vor Baubeginn bestehende Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h im Bereich der Teststrecke aufgehoben. Ein Einfluss gesteigerter Fahrgeschwindigkeiten auf das Wildunfallgeschehen ist durchaus möglich (vgl. Kap. 4.9). Eine Zunahme des Verkehrsaufkommens infolge der Ortsumgehungen wurde in der Auswertung der Verkehrsmessungen nicht festgestellt. Weiterhin könnte ein örtlich gestiegenes Wildvorkommen zu mehr Unfällen geführt haben (vgl. Kap. 4.8). Aufgrund der tageszeitlich begrenzten und ereignisbezogenen Wirkung der Reflektoren bei gleichzeitig relativ großer Streckenlänge, ist eine Verlagerung des Wildunfallgeschehens aus den mit Reflektoren versehenen Abschnitten heraus nicht zu erwarten. Im Zuge der Studie wurden dementsprechend auch keine Hinweise darauf gefunden.

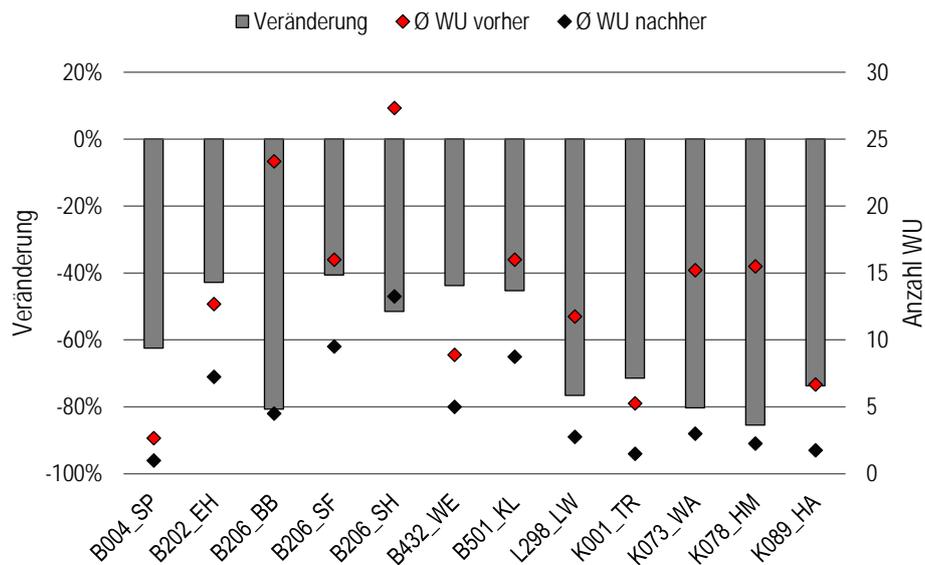


Abb. 4-3: Entwicklung der Wildunfallzahlen auf den mit blauen Halbkreisreflektoren ausgestatteten Strecken. Dargestellt sind die absoluten durchschnittlichen Wildunfallzahlen vor und nach der Anbringung der Reflektoren sowie die relative Veränderung.

4.2. Reaktion auf Vermeidungsmaßnahmen

Ein wesentlicher Aspekt bei der Beurteilung des Wildunfallgeschehens ist die Wildart. Aufgrund unterschiedlicher Biologie verschiedener Wildarten ist es naheliegend, dass neben gegebenenfalls unterschiedlichen Einflussfaktoren auf das Wildunfallrisiko auch die Reaktion auf Präventionsmaßnahmen unterschiedlich ausfällt. Um dies zu überprüfen, wurden 19 Teststrecken in deren Bereich sowohl Damhirsche als auch Rehe vorkommen für einen

Vergleich herangezogen. Aufgrund der insgesamt geringen Zahl von Unfällen mit Wildschweinen und Rothirschen wurden diese nicht berücksichtigt.

Zwei Aspekte sind für eine entsprechende Beurteilung von Bedeutung: die Anteile der beiden Wildarten an den trotz Einsatz der Maßnahmen auf den Reflektor- und Duftzaunstrecken auftretenden Wildunfällen sowie die Veränderung der Wildunfallzahlen nach Ausbringung der Maßnahmen gegenüber den Vorjahren.

Für die Analyse der Verteilung der Wildunfälle auf die Wildarten nach Ausbringung der Vermeidungsmaßnahmen müssen die Unfallzahlen der verschiedenen Wildarten auf ein gleiches Niveau gebracht werden. Anderenfalls käme es zu Verzerrung der Zahlen und einer Übergewichtung der häufiger verunfallten Wildart. Um Einflüsse der Vermeidungsmaßnahmen oder anderer relevanter Faktoren auf die wildartenspezifische Verteilung auszuschließen, müssen für diese „Normierung“ die maßnahmenunbeeinflussten Zahlen der Vorjahre von den Teststrecken herangezogen werden. Für die Betrachtung der Entwicklungen der Wildunfälle erübrigt sich eine Normierung, da es sich um einen wildartenspezifischen Vergleich der Unfallzahlen ohne und mit Präventionsmaßnahme handelt.

Aus den vorhandenen Wildunfallzahlen für die Jahre vor Ausbringung der Vermeidungsmaßnahmen entlang der betrachteten Teststrecken geht ein Verhältnis der Wildunfälle mit Damhirschen zu Wildunfällen mit Rehen von 1 : 1,54 hervor. Um im Vergleich eine Überrepräsentierung von Rehunfällen zu vermeiden, wurde die Anzahl der Wildunfälle mit Damhirschen dementsprechend mit dem Faktor 1,54 multipliziert. Ausgehend von dieser korrigierten Verteilung zeigt sich, dass sich die trotz Duftzaun noch stattfindenden Wildunfälle jeweils ungefähr zur Hälfte auf die beiden Arten verteilen. Auf den Reflektorstrecken zeigen sich mehr als doppelt so viele Wildunfälle mit Damhirschen als mit Rehen (Tab. 4-2).

Tab. 4-2: Anteilige Verteilung der Wildunfälle auf den Teststrecken nach Ausbringung der Vermeidungsmaßnahmen in Abhängigkeit von Wildart und Vermeidungsmaßnahme. Berechnungsgrundlage der Anteile sind die entsprechend des Verhältnisses der maßnahmenunabhängigen Wildunfallzahlen auf den Teststrecken der Vorjahre angepassten Unfallzahlen des Untersuchungszeitraumes.

| innerhalb | Anteil der Wildunfälle | |
|--------------------|------------------------|------|
| | Damhirsch | Reh |
| Duftzaun | 47 % | 53 % |
| Halbkreisreflektor | 69 % | 31 % |

Diese Zahlen spiegeln sich in ähnlicher Größenordnung in den Entwicklungen der Wildunfallzahlen in Abhängigkeit der Wildart und der Vermeidungsmaßnahme wieder: Während die Rückgänge der Wildunfälle innerhalb der Duftzaunstrecken bei Rehen und Damhirschen ungefähr gleich hoch ausfallen, gingen die Wildunfälle mit Damhirschen innerhalb der Reflektorstrecken um etwas mehr als ein Drittel zurück, die Wildunfälle mit Rehen dagegen um ungefähr drei Viertel (Tab. 4-3).

Tab. 4-3: Entwicklung der Wildunfälle auf den Teststrecken in Abhängigkeit der Wildart und der Vermeidungsmaßnahme.

| innerhalb | Entwicklung der Wildunfälle | |
|--------------------|-----------------------------|------|
| | Damhirsch | Reh |
| Duftzaun | -73% | -64% |
| Halbkreisreflektor | -35% | -73% |

Es zeigt sich demnach eine wildartabhängige Wirkung der Maßnahmen. Bei Rehen fällt die Reaktion auf beide Maßnahmen ähnlich aus. Bei Damhirsche dagegen fällt die Wirkung des blauen Halbkreisreflektors schwächer aus als die des Duftzauns. Dies wird auch ein Grund dafür sein, dass sich auf den Teststrecken das Verhältnis von Wildunfällen mit Rehen zu Wildunfällen mit Damhirschen zu Ungunsten der Damhirsche von 1 : 1,54 in den Vorjahren zu 1 : 2,04 in den Untersuchungsjahren verschoben hat.

4.3. Jahresverlauf

Im Jahresverlauf zeigt sich erwartungsgemäß ein vermehrtes Auftreten von Wildunfällen im Frühjahr und im Herbst. Im Vergleich der beiden am häufigsten beteiligten Wildarten, Reh und Damhirsch, zeigen sich Unterschiede, die sich auf entsprechendes artspezifisches Verhalten zurückführen lassen (Abb. 4-4). Auch hier wird deutlich, dass die Gesamtentwicklung stark vom Reh bestimmt wird. Das jährliche Maximum der Wildunfallhäufigkeit beim Damhirsch im Herbst schlägt sich daher in der Gesamtbetrachtung der Daten des WTK-SH kaum nieder. Unterschiede in der Gesamtentwicklung basieren auf den unterschiedlichen Verhältnissen von Wildunfällen mit Damhirschen und Rehen zwischen den beiden Datensätzen.

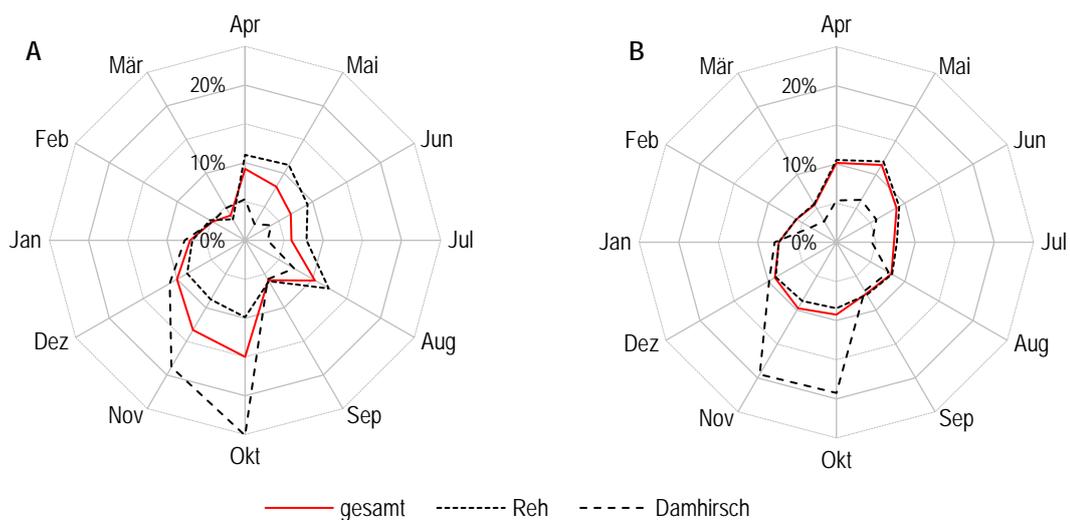


Abb. 4-4: Wildunfälle im Jahresverlauf. A: IWGD (JJ 2011/2012–2014/2015), $n_{\text{gesamt}} = 727$, $n_{\text{Reh}} = 445$, $n_{\text{Damhirsch}} = 207$. B: WTK-SH (JJ 2012/2013 & 2013/2014), $n_{\text{gesamt}} = 6.549$, $n_{\text{Reh}} = 5.863$, $n_{\text{Damhirsch}} = 447$.

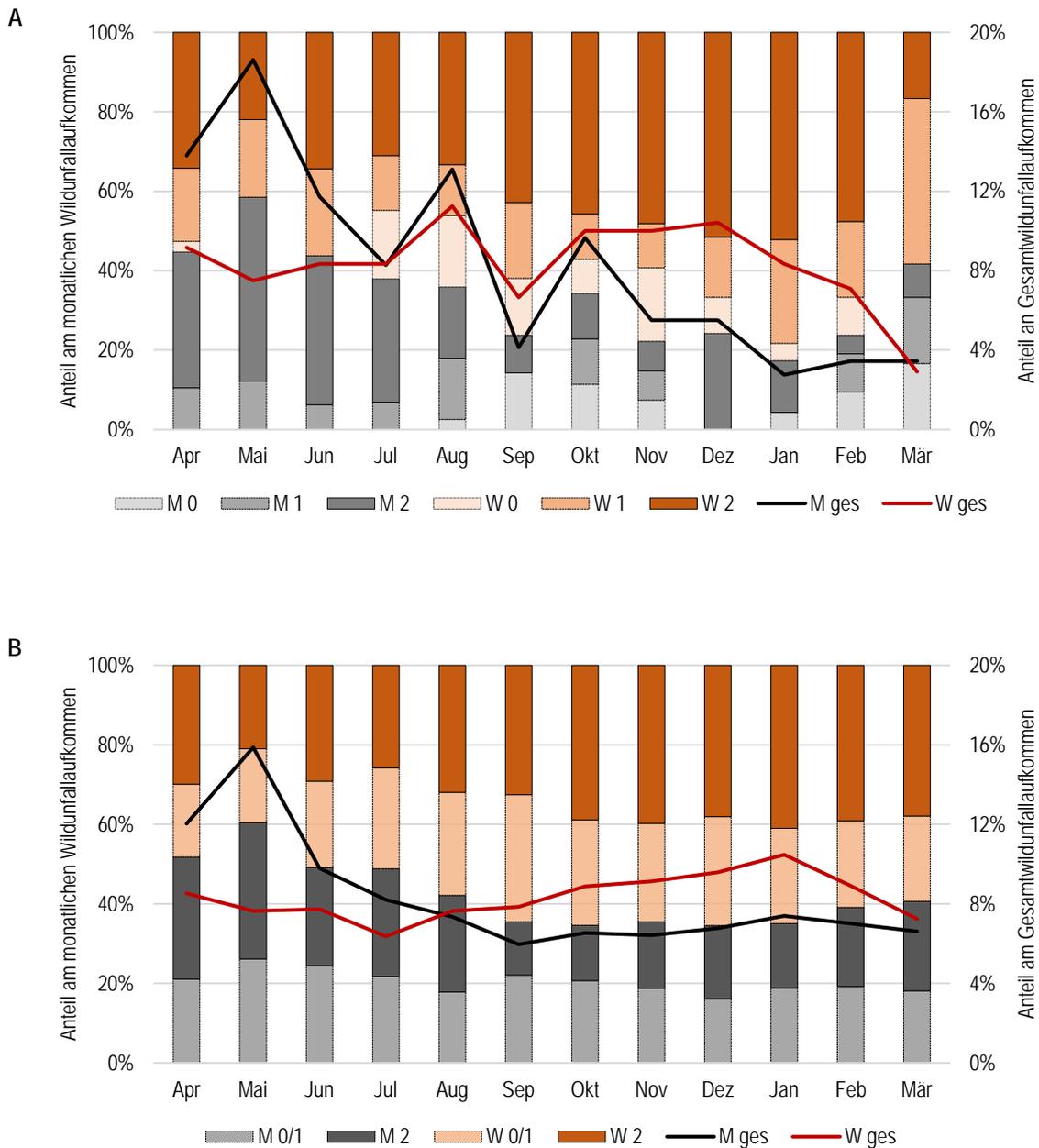


Abb. 4-5: Relative Häufigkeit von Wildunfällen mit Rehen, getrennt nach Geschlecht und Alter. Die gestapelten Säulen geben jeweils den Anteil der Wildunfälle pro Monat wieder. Die Linien zeigen zum Vergleich den Jahresverlauf getrennt nach Geschlecht.

A: IWGD, $n_{\text{gesamt}} = 351$, M = männlich, W = weiblich, 0 = juvenil, 1 = subadult, 2 = adult.

B: WTK-SH, $n_{\text{gesamt}} = 5.225$, M = männlich, W = weiblich, 0/1 = juvenil/subadult, 2 = adult. Die verfügbaren Daten erlauben keine Unterscheidung zwischen den Altersklassen 0 und 1.

Der erhöhte Anteil der Wildunfälle in den Monaten April und Mai bei männlichen Rehen ergibt sich vermutlich aus der in dieser Zeit stattfindenden Festlegung von Territorien und deren Abgrenzung gegen Konkurrenten. In dieser Zeit kommt es vermehrt zu innerartlichen Auseinandersetzungen und einer erhöhten Mobilität. Bei den Ricken geht mit dem Setzen der Kitze und der in Folge reduzierten Mobilität im Mai die Unfallhäufigkeit gegenüber dem April deutlich zurück (Abb. 4-5). In den Daten des WTK-SH zeigt sich überraschend keine

nennenswerte Zunahme der Wildunfälle in der Mitte bis Ende Juli beginnenden und bis Mitte August dauernden Paarungszeit beim Reh. Auch in den im Rahmen des Projektes erhobenen Daten fällt die Zunahme geringer aus als erwartet. Während bei weiblichen Tieren die Unfallhäufigkeit zum Herbst / Winter ansteigt, nimmt diese bei Böcken nach dem Höhepunkt im Frühjahr ab und bleibt im Herbst und Winter auf einem ähnlichen Niveau. Die hier dokumentierte jahreszeitliche Entwicklung deckt sich ungefähr mit anderen Untersuchungen (STEINER *et al.* 2014, vgl. Kap. 5.2).

Die Entwicklung der Wildunfälle im Jahresverlauf mit Damhirschen zeigt auf einem insgesamt niedrigen Niveau einen leichten Anstieg im Sommer und einen sehr deutlichen Höhepunkt zur Brunft in den Monaten Oktober und November. Damhirsche leben im Rudelverband und nehmen größere Flächen in Anspruch als Rehe. Dabei können sich die von verschiedenen Rudeln genutzten Flächen überschneiden, ohne dass es zu Territorialkämpfen kommt. Zur Brunftzeit sind insbesondere die Hirsche deutlich mobiler als im Rest des Jahres.

4.3.1. Meteorologische Jahreszeiten

In der öffentlichen Diskussion, insbesondere in Pressemeldungen zum Thema Wildunfälle und deren Ursachen, wird die Jahreszeit regelmäßig als ein wesentlicher Risikofaktor benannt. Eine allgemeine Betrachtung des Wildunfallgeschehens in Schleswig-Holstein nach meteorologischen Jahreszeiten zeigt demgegenüber keine wesentlichen Unterschiede (Abb. 4-6).

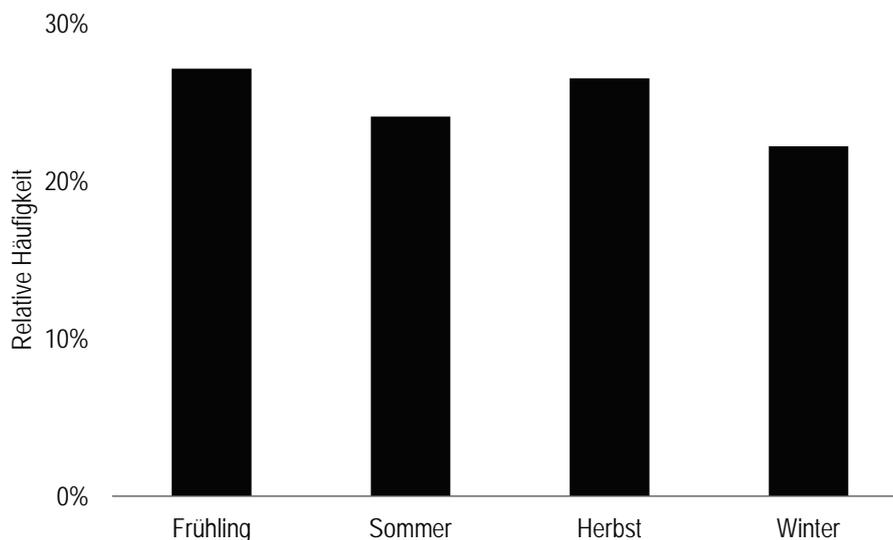


Abb. 4-6: Relative Häufigkeit von Wildunfällen mit Schalenwild in Schleswig-Holstein in Abhängigkeit der meteorologischen Jahreszeit. ($n_{\text{gesamt}} = 6.549$ (Quelle: WTK-SH), Frühling = 1. März – 31. Mai, Sommer = 1. Juni – 31. August, Herbst = 1. September – 30. November, Winter = 1. Dezember – 28. Februar)

Gleichwohl zeigt eine artspezifische Betrachtung deutliche Unterschiede zwischen den Wildarten zu den verschiedenen Jahreszeiten. Abbildung 4-7 zeigt ausgehend von einer unterstellten gleichmäßigen Verteilung der Wildunfälle über das Jahr (pro Jahreszeit ein Viertel der Wildunfälle) die Abweichungen vom Erwartungswert. Die Zahl der Wildunfälle mit Rehen liegt nur im Frühling etwas über dem Erwartungswert, im Winter darunter. Bei Damhirschen dagegen überschreitet die Unfallhäufigkeit im Herbst weit den Erwartungswert (ca. 21 %), liegt im Frühling und Sommer hingegen deutlich darunter.

Zwar kommt es im Herbst vermehrt zu Wildunfällen mit Damhirschen (Brunftzeit), insgesamt führt diese Entwicklung jedoch nicht zu einem allgemein erhöhten Wildunfallrisiko. Dies vor allem deshalb, weil sich bei den Rehen, die das Wildunfallgeschehen dominieren, keine solche Entwicklung zeigt. Ein generell erhöhtes Wildunfallrisiko zu einer bestimmten Jahreszeit ist nicht zu erkennen.

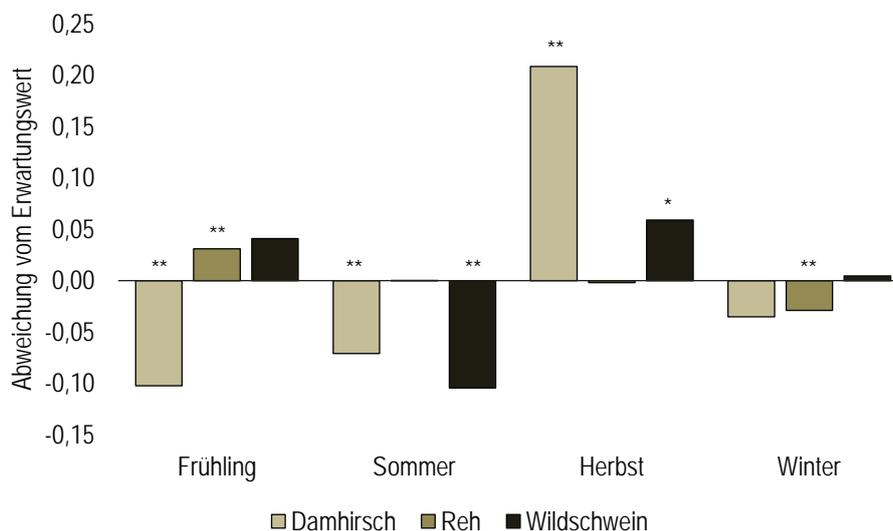


Abb. 4-7: Abweichung von der erwarteten Häufigkeit von Wildunfällen je Jahreszeit. Signifikanzen ergeben sich aus der Poisson-Verteilung: * = absolute Auftretenshäufigkeit außerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls, ** = absolute Auftretenshäufigkeit außerhalb des 99 %-Konfidenzintervalls, $n_{\text{Reh}} = 5.863$, $n_{\text{Damhirsch}} = 447$, $n_{\text{Wildschwein}} = 220$ (Zahlen gem. WTK-SH).

4.3.2. Zeitumstellung

Eine Suche im Internet² mit „Google“ (Google Inc., USA) nach dem Suchbegriff „wildunfälle zeitumstellung“ lieferte über 4.800 Ergebnisse. Nach der Ergänzung des Suchbegriffs um „frühling“ bzw. „herbst“ fand Google noch über 2.500 bzw. über 3.400 Einträge. Es scheint allgemeiner Konsens zu sein, dass mit der Zeitumstellung ein erhöhtes Wildunfallrisiko einher

² Durchgeführt am 16.05.2016.

geht. Dabei soll die herbstliche Umstellung von Sommerzeit (MESZ) zu Winterzeit (MEZ) einen größeren Einfluss haben.

Tatsächlich ist ein Einfluss der Umstellung von Sommerzeit zu Winterzeit (zwischen 25. und 31. Oktober) weder für die im Rahmen der Studie erhobenen Daten noch für die Daten des WTK-SH erkennbar. Nach den Zahlen des WTK-SH ereignete sich in den Jagdjahren 2012/13 und 2013/14 innerhalb der ersten vier Wochen nach dem Wechsel zur Winterzeit durchschnittlich weniger als ein Wildunfall mehr als vor der Umstellung (Tab. 4-4).

Anders sieht das für die Zeitumstellung von Winterzeit zur Sommerzeit (zwischen 25. und 31. März) im Frühling aus. In den vier Wochen nach Sommerzeitumstellung kam es – basierend auf den Zahlen des Wildtier-Katasters – in den Jagdjahren 2011/12 und 2012/13 pro Tag durchschnittlich zu doppelt so vielen Wildunfällen wie zuvor. Der Unterschied ist statistisch signifikant (Tab. 4-4, Tab. 6-4).

Ein Zusammenhang ist dennoch fraglich, eine sinnvolle Erklärung dafür fehlt. Ob die Zeitumstellung tatsächlich für diesen Anstieg der Wildunfallzahlen verantwortlich ist bleibt unklar. Der Anstieg der Wildunfallzahlen in den Wochen nach der Zeitumstellung (vorrangig bei Rehen) bis zu ihrem jährlichen Maximum im Frühjahr basiert vermutlich vor allem auf verhaltensbiologischen Mechanismen und saisonalen Veränderungen der Lebensraumnutzung.

Tab. 4-4: Durchschnittliche Wildunfallzahl vor und nach Zeitumstellung. Angegeben sind die durchschnittlichen Wildunfallzahlen pro Tag für einen Zeitraum von 4 Wochen vor bzw. nach dem Tag der Zeitumstellung von Sommer- zu Winterzeit und umgekehrt, basierend auf den Daten des WTK-SH.

| | Ø WU pro Tag | |
|----------|--------------|--------|
| | vor | nach |
| MESZ-MEZ | 7,9 | 8,6 |
| MEZ-MESZ | 4,9 | 9,9*** |

4.4. Tagesverlauf

4.4.1. Allgemeiner Tagesverlauf

In der Gesamtbetrachtung des Tagesverlaufes treten zwei Zeiträume deutlich hervor: der frühe Morgen sowie der späte Nachmittag bis in die frühen Abendstunden. Im Durchschnitt ereignen sich ein Viertel bis knapp ein Drittel aller Wildunfälle eines Tages zwischen 4 Uhr und 8 Uhr morgens und ein weiteres Drittel in den vier Stunden zwischen 18 Uhr und 22 Uhr (Abb. 4-8).

Diese Zeiten erhöhten Wildunfallaufkommens ergeben sich vor allem aus dem Aktivitätsmuster und dem Verkehrsaufkommen. Über das Jahr hinweg ist die Zeit höchster Aktivität der Rehe in den frühen Morgenstunden zwischen 1 und 7 Uhr und nachmittags bzw. abends zwischen 15 bis 21 Uhr (Abb. 6-14, KROP-BENESCH *et al.* 2013, STACHE *et al.* 2013). Aus den sich über das Jahr verändernden Zeiten von Sonnenauf- bzw. -untergang ergibt sich eine laufende

Verschiebung dieser Aktivitätszeiträume im Jahresverlauf (vgl. Kapitel 4.4.2). Die Zeiten hoher Aktivität decken sich über weite Teile des Jahres sowohl mit einem tageszeitlich hohen Verkehrsaufkommen als auch mit hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten (Abb. 4-20, Abb. 6-17).

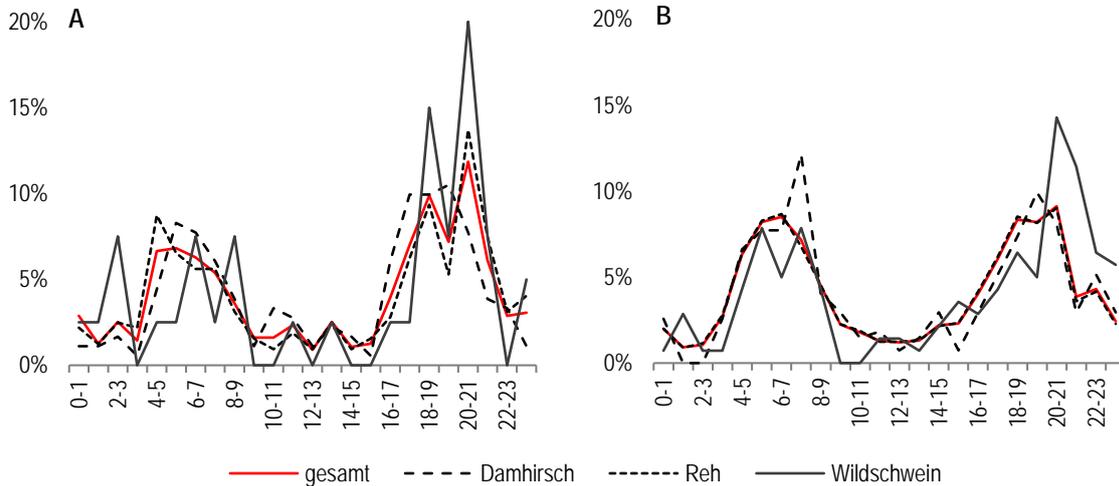


Abb. 4-8: Wildunfälle im Tagesverlauf. A: Wildunfälle gem. Datenaufnahme IWGD (JJ 2011/2012–2014/2015), $n_{\text{gesamt}} = 557$, $n_{\text{Reh}} = 321$, $n_{\text{Damhirsch}} = 181$, $n_{\text{Wildschwein}} = 40$. B: Wildunfälle gem. WTK-SH (JJ 2012/2013 und 2013/2014), $n_{\text{gesamt}} = 4.231$, $n_{\text{Reh}} = 3.803$, $n_{\text{Damhirsch}} = 272$, $n_{\text{Wildschwein}} = 140$.

4.4.2. Dämmerung, Sonnenaufgang, Sonnenuntergang

Während in der Astronomie und in der Physik klar definiert ist, wann die Dämmerung beginnt und wann sie endet (vgl. Exkurs Dämmerung), ist dies im allgemeinen Sprachgebrauch nicht einheitlich geregelt. Abhängig von subjektiver Wahrnehmung kann es zu Unterschieden in dem mit „Dämmerung“ bezeichneten Zeitraum kommen, die eine einheitliche Interpretation erschweren. Aufgrund der hohen Bedeutung dieser Tageszeit für das Wildunfallgeschehen ist hier eine klare Abgrenzung bzw. Definition erforderlich.

Exkurs Dämmerung

Als Dämmerung wird im Allgemeinen der fließende Übergang von Tag zu Nacht (Abenddämmerung) und umgekehrt (Morgendämmerung) bezeichnet. Es ist die Zeit, während der gestreutes Restlicht von der unter der Horizontlinie stehenden Sonne von einem bestimmten Ort aus sichtbar ist. Das heißt, dass die Sonne zwar bereits unter dem Horizont steht, ihr Licht aber noch die oberen Luftschichten der Erde erreicht und dort reflektiert werden kann. Die Abenddämmerung beginnt mit dem Ende des Sonnenuntergangs, also dem Zeitpunkt, an dem die Sonne vollständig unter der Horizontebene steht. Die Morgendämmerung hingegen endet mit

Beginn des Sonnenaufgangs, also dem Zeitpunkt, an dem die Sonne morgens über der Horizontlinie sichtbar wird. Das Ende der Abenddämmerung bzw. der Anfang der Morgendämmerung wird durch die Position der Sonne unter der Horizontebene bestimmt. Astronomisch werden drei Phasen der Dämmerung unterschieden.

Die „bürgerliche Dämmerung“ endet bzw. beginnt, wenn der Mittelpunkt der Sonne in einem Winkel von 6° unter dem wahren Horizont steht. Während der bürgerlichen Dämmerung ist es noch möglich, im Freien ein Buch oder eine Zeitung zu lesen. Auf Höhe von Neumünster dauert diese Dämmerung zwischen 35 Minuten im März und 55 Minuten im Juni.

Während der „nautischen Dämmerung“ befindet sich die Sonnenmitte in einem Tiefenwinkel von $6^\circ - 12^\circ$ unter dem wahren Horizont. Am Ende der abendlichen nautischen Dämmerung können die für die nautische Positionsbestimmung notwendigen Höhen von Sternen über dem Horizont gemessen werden. Der Horizont ist noch sichtbar und viele Sterne sind mit dem bloßen Auge erkennbar. Für die meisten Tätigkeiten im Freien wird jedoch künstliches Licht benötigt. Vom Ende des Sonnenuntergangs bis zum Ende der nautischen Dämmerung dauert es auf der Höhe von Neumünster zwischen 1:17 Stunden und 2:46 Stunden (März bzw. Juni).

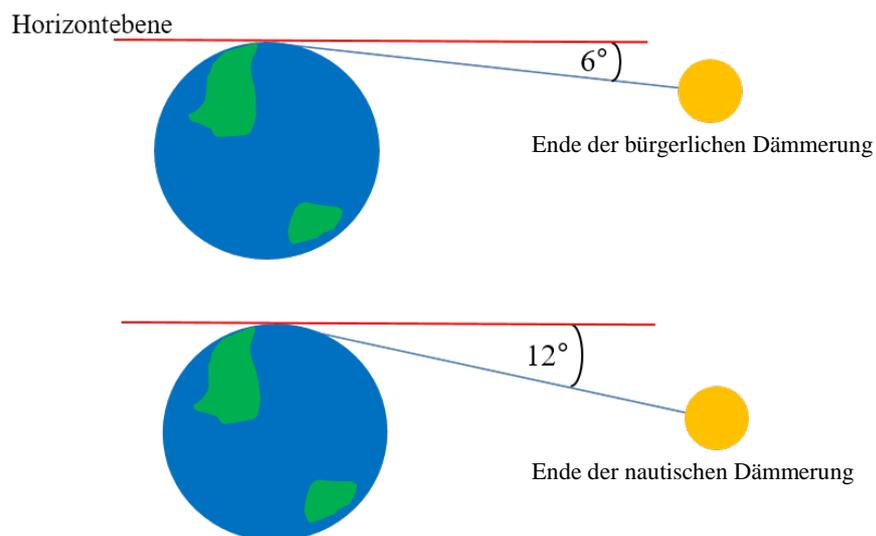


Abb. 4-9: Dämmerungsphasen der bürgerlichen und der nautischen Dämmerung.

Auf die nautische Dämmerung folgt die „astronomische Dämmerung“. Die Sonnenmitte befindet sich während dieser Phase in einem Tiefenwinkel zwischen 12° und 18° . Erst mit dem Ende dieser Dämmerungsphase beginnt im astronomischen Sinne die Nacht. Der Himmel wäre dann ohne das Restlicht künstlicher Lichtquellen vollkommen dunkel. Im März und Oktober dauert es auf der Höhe von Neumünster vom Ende des Sonnenuntergangs bis zum Ende der astronomischen Dämmerung knapp zwei Stunden. Von Mitte Mai bis Anfang August wird diese Dämmerungsphase nicht abgeschlossen. Aufgrund der Position der Erde zur Sonne während dieser Zeit erreicht die Sonne nicht die Position von 18° unter der Horizontebene.

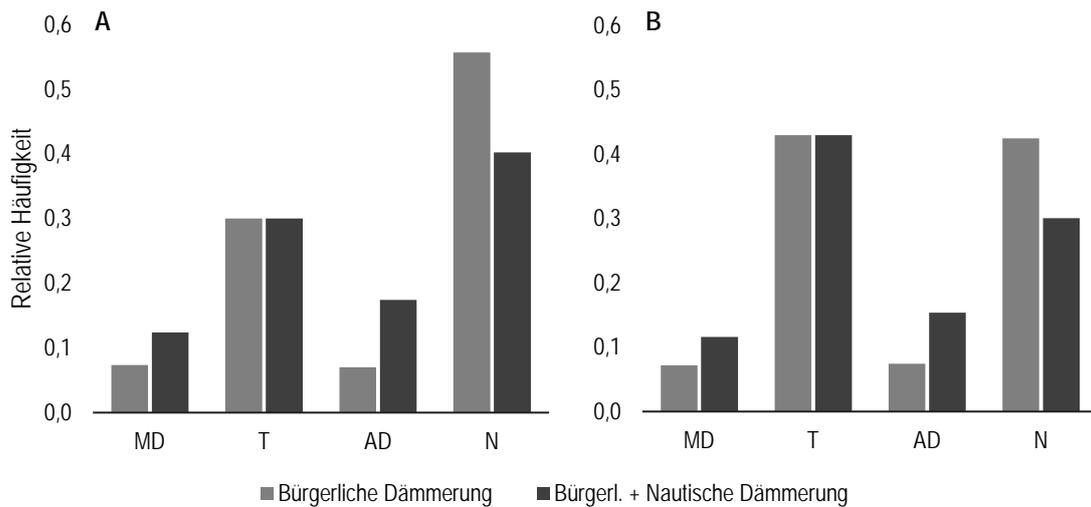


Abb. 4-10: Relative Häufigkeit von Wildunfällen während der vier Tagesphasen an allen Wildunfällen eines Tages. Die Anteile basieren auf den absoluten Wildunfallzahlen in den Tagesphasen, unabhängig von deren Länge. Tag: Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang, Nacht: Zeit vom Ende der jeweiligen Dämmerungsphase bis zu deren Beginn am Folgetag.

A: IWDG, n = 723; B: WTK-SH, n = 4.231. MD = Morgendämmerung, T = Tag, AD = Abenddämmerung, N = Nacht.

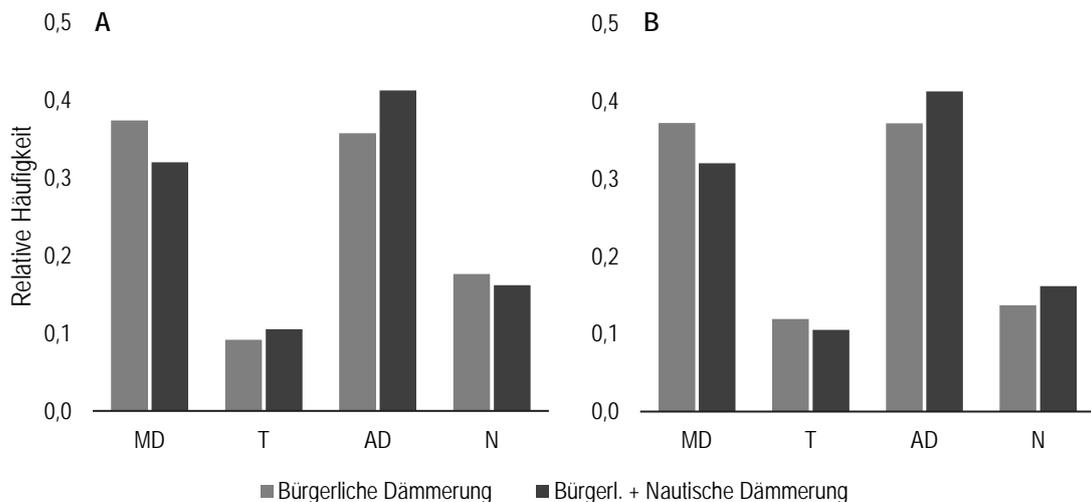


Abb. 4-11: Relative Häufigkeit von Wildunfällen während der vier Tagesphasen, korrigiert um anteilige Phasenlänge bezogen auf 24 Stunden. Die Anteile ergeben sich aus der Anzahl an Wildunfällen pro Minute und dem Anteil der durchschnittlichen Dauer der Tagesphasen pro Monat. Tag: Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang, Nacht: Zeit vom Ende der jeweiligen Dämmerungsphase bis zu deren Beginn am Folgetag.

A: IWDG, n = 723; B: WTK-SH, n = 4.231. MD = Morgendämmerung, T = Tag, AD = Abenddämmerung, N = Nacht.

Aus der unterschiedlichen Länge der Dämmerungsphasen ergeben sich in der Auswertung zwangsläufig verschiedene Wildunfallhäufigkeiten. Betrachtet man die Zeit bis zum Ende der nautischen Dämmerung, fällt die Zahl der Wildunfälle während dieser Spanne höher, in der Nachtzeit dann jedoch deutlich geringer aus als auf Basis der bürgerlichen Dämmerung (Abb. 4-10). Insbesondere während der Abenddämmerung erfasst die Phase der nautischen

Dämmerung gegenüber der bürgerlichen Dämmerung offenbar einen wichtigen Teil des täglichen Wildunfallgeschehens.

Werden lediglich die Wildunfallzahlen in den Tagesphasen betrachtet, fallen Dämmerungszeiten nicht als besonders gefährlich auf. Berücksichtigt man jedoch die unterschiedlichen zeitlichen Längen der Tagesphasen zeigt sich, dass es in den kurzen Dämmerungszeiten relativ gesehen zu mehr Unfällen kommt, als in den längeren Tages- und Nachtzeiten (Abb. 4-11).

Um das Unfallgeschehen zeitlich weiter aufzulösen, insbesondere auch in den unfallträchtigen Zeiten der Morgen- und Abenddämmerung, wurden die Unfallzeiten in Relation zum Sonnenaufgang bzw. Sonnenuntergang betrachtet. Insgesamt zeigt sich ein ausgeprägtes Hoch der Wildunfallhäufigkeit rund um den Sonnenaufgang sowie ein bis zwei Stunden nach Sonnenuntergang. In den Morgenstunden besteht ein stark erhöhtes allgemeines Wildunfallrisiko in der Zeit von einer Stunde vor Sonnenaufgang bis zwei Stunden danach, mit einem Höhepunkt kurz nach Sonnenaufgang. Zum Ende des Tages ist das allgemeine Risiko für einen Wildunfall mit Rehen ein bis zwei Stunden nach Sonnenuntergang am höchsten und fällt dann deutlich ab. Das Risiko für einen Wildunfall mit Damhirschen steigt ab einer Stunde nach Sonnenuntergang deutlich an und bleibt bis vier Stunden nach Sonnenuntergang auf einem insgesamt hohen Niveau (Abb. 4-12).

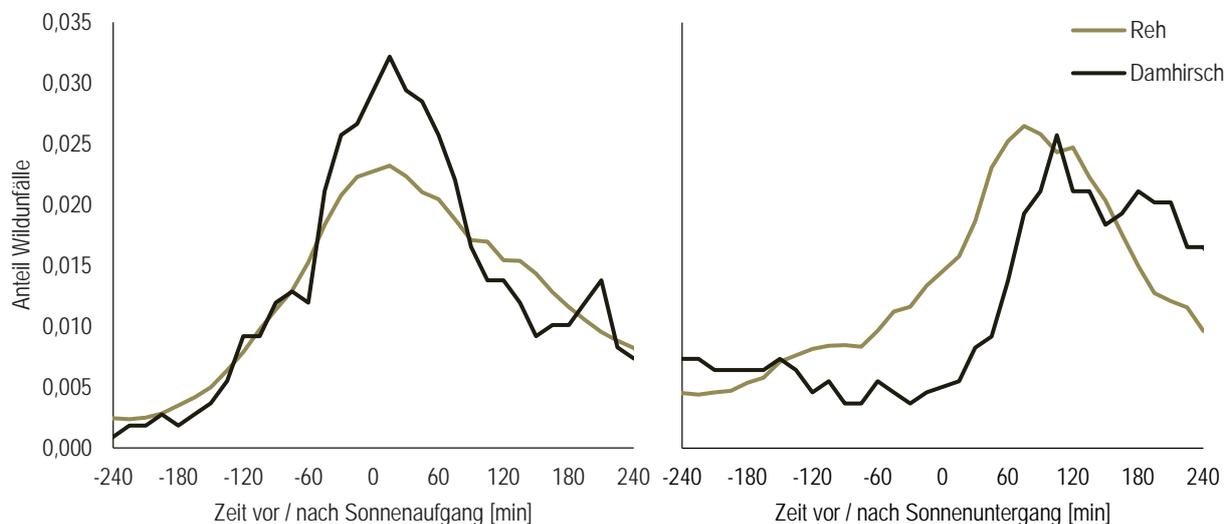


Abb. 4-12: Anteil der Wildunfälle in Abhängigkeit der Zeit vor und nach Sonnenaufgang und Sonnenuntergang. Dargestellt ist gleitende Mittelwert des Anteils an Wildunfällen innerhalb eines Zeitfensters von jeweils 15 Minuten an der durchschnittlichen Wildunfallzahl pro Tag.

Aus der unterschiedlichen Verteilung von Wildunfallhäufigkeit und Verkehrsaufkommen über den Tagesverlauf (zu Verkehr siehe Kap. 4.9) ergibt sich ein unterschiedliches Wildunfallrisiko für das einzelne Fahrzeug. Wildunfälle und Verkehrsaufkommen eines Tages wurden in 15-minütliche Zeitfenster unterteilt. Aus dem Quotienten der jeweiligen Anteile ergibt sich ein

„relatives spezifisches Risiko“ eines Kraftfahrzeuges, innerhalb des gegebenen Zeitfensters in einen Wildunfall verwickelt zu werden (Abb. 4-13).

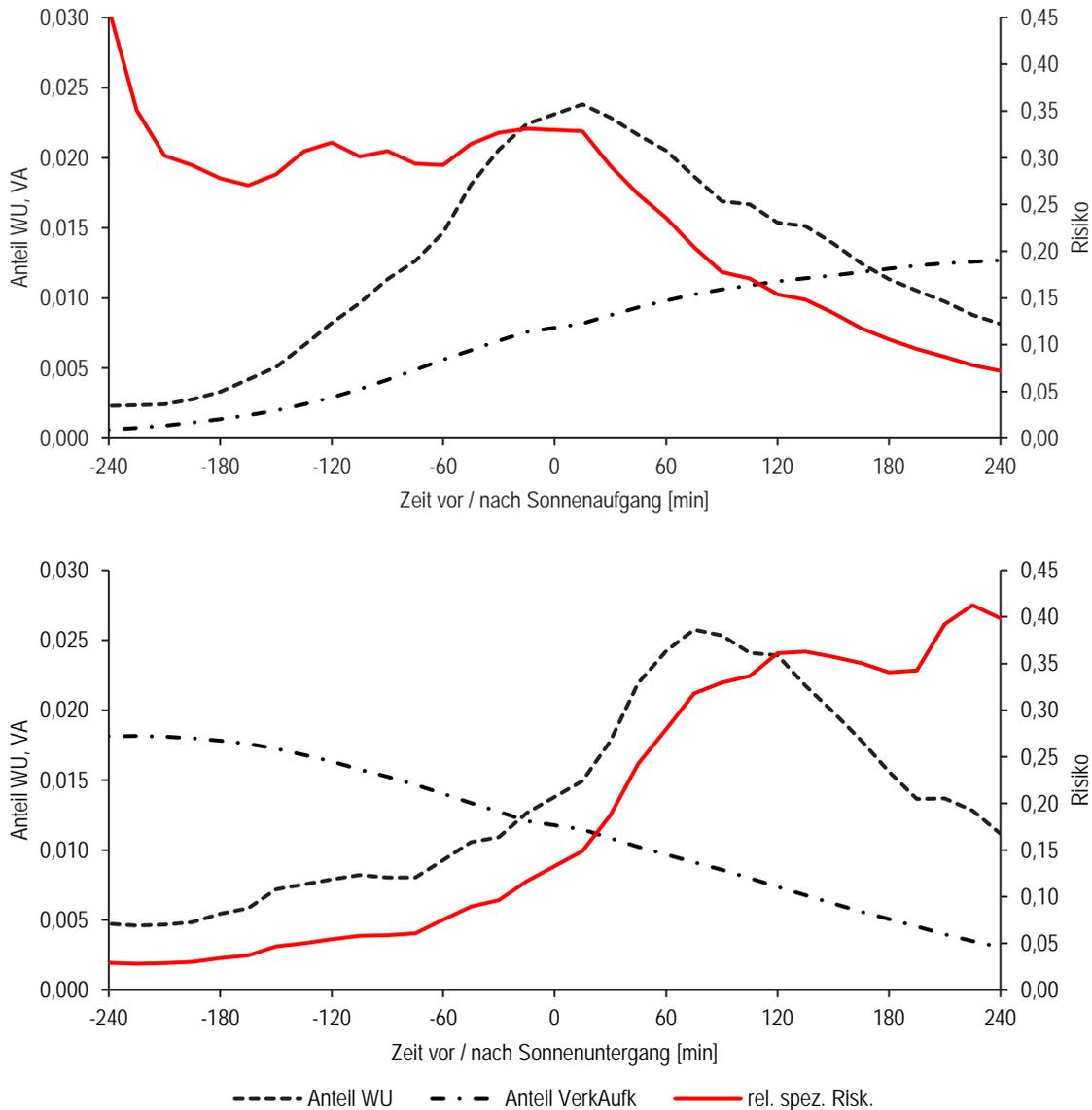


Abb. 4-13: Relatives spezifisches Wildunfallrisiko. Dargestellt ist gleitende Mittelwert des Anteils an Wildunfällen und Verkehrsaufkommens innerhalb eines Zeitfensters von jeweils 15 Minuten an der durchschnittlichen Wildunfallzahl bzw. dem durchschnittlichen Verkehrsaufkommen pro Tag sowie das sich daraus ergebende Risiko als deren Quotientenwert.

Vor Sonnenuntergang herrscht allgemein ein niedriges Verkehrsaufkommen, dadurch ergibt sich ein hohes relatives spezifisches Wildunfallrisiko, da sich die Wildunfälle auf wenige Fahrzeuge verteilen. Mit zunehmender Nähe zum Sonnenaufgang nehmen Verkehr und Wildunfälle zu, was zu einem gleichbleibend hohen Risiko in den drei Stunden vor Sonnenaufgang führt. Nach Sonnenaufgang sinkt das spezifische Risiko, da das Verkehrsaufkommen zunimmt, die Wildunfälle jedoch abnehmen. Eine grundsätzlich gleiche

– allerdings umgekehrt verlaufende – Entwicklung zeigt sich bei Sonnenuntergang. Zwar geht der Anteil der Wildunfälle insgesamt ab zwei Stunden nach Sonnenuntergang deutlich zurück, durch den dann geringeren Anteil des Verkehrs steigt jedoch das spezifische Risiko. Das Wild trifft dann auf weniger Fahrzeuge, damit wird das Wildunfallrisiko für das Einzelfahrzeug größer.

4.5. Wochenverlauf

Das Wildunfallaufkommen verteilt sich relativ gleichmäßig über die Wochentage. Es zeigen sich weder wesentliche Unterschiede zwischen den Wochentagen, noch deutliche Abweichungen zum Wochenende (Abb. 4-14, Tab. 4-5). Dieses Ergebnis konnte für beide Unfalldatensätze, IWGD und WTK-SH festgestellt werden (Zweistichproben-t-Test IWGD: $t = 1,5, p > 0,05$, WTK-SH: $t = 0,9, p > 0,05$), entsprach jedoch nicht der Erwartung. Aufgrund eines geringeren Verkehrsaufkommens und ggf. höherer Fahrgeschwindigkeiten wurde ein unterschiedliches Wildunfallaufkommen an den Wochenenden erwartet. Zwar sind an Wochenenden tatsächlich insgesamt weniger Fahrzeuge unterwegs (Abb. 4-21, S. 37), allerdings ist der Anteil des Verkehrsaufkommens in den – bedingt durch die Aktivitätsmuster des Wildes (insbesondere Rehe) – tendenziell risikoreicheren Stunden an Wochenenden höher als von montags bis freitags (Abb. 4-15). Die Verkehrsmessungen zeigten für Samstag und Sonntag einen Anstieg der Verkehrsanteile in höheren Geschwindigkeitsklassen (Abb. 4-22, S. 38). Am Wochenende wird insgesamt schneller und öfter in Zeiten hoher Wildaktivität gefahren. Diese Faktoren lösen ggf. den positiven Effekt eines niedrigeren Verkehrsaufkommens (Abb. 4-23, Abb. 4-24) wieder auf.

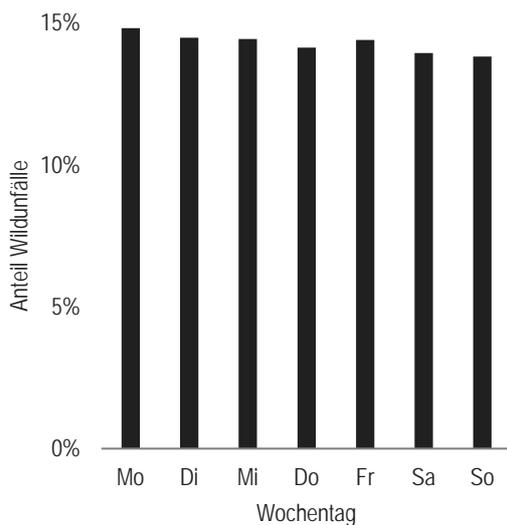


Abb. 4-14: Relative Häufigkeit von Wildunfällen nach Wochentagen. (Daten: WTK-SH)

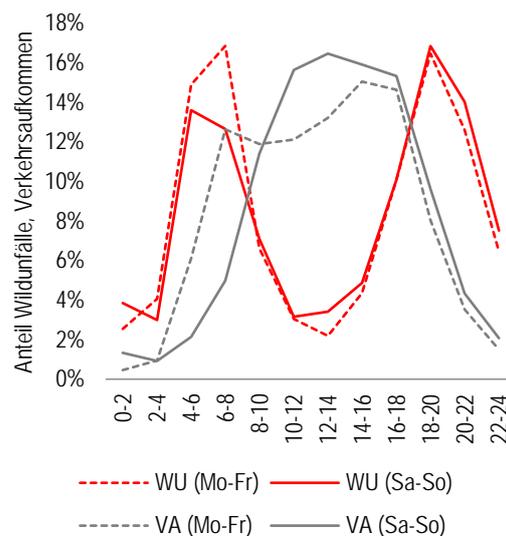


Abb. 4-15: Relative Häufigkeit von Wildunfällen und Verkehrsaufkommen Mo-Fr und Sa-So. (Daten: IWGD)

Tab. 4-5: Durchschnittliche Wildunfallzahl pro Tag an Samstagen und Sonntagen gegenüber Montagen bis Freitagen. Angegeben sind die durchschnittlichen Wildunfallzahlen pro Tag basierend auf allen Wildunfällen von Montag bis Freitag bzw. Samstag bis Sonntag. Die unterschiedlichen Werte zwischen IWGD und WTK-SH ergeben sich aus den unterschiedlichen Anzahlen der Datensätze und Laufzeiten.

| WU d ⁻¹ | IWGD | | WTK-SH | |
|--------------------|-------|-------|--------|-------|
| | Mo-Fr | Sa-So | Mo-Fr | Sa-So |
| | 0,52 | 0,45 | 9,07 | 8,57 |

4.6. Mond

Um herauszufinden, inwieweit das Wildunfallgeschehen durch den Mond beeinflusst wird, wurden die im Wildtier-Kataster Schleswig-Holstein für den Zeitraum vom 22.03.2012 bis 29.03.2014 erfassten Wildunfälle nach Mondphasen ausgewertet. Dieser Zeitraum umfasst 25 vollständige Lunationen. Dazu wurde für jede Lunation der Anteil der Unfälle in den vier Phasen *Neumond*, *Erstes Quartal*, *Vollmond* und *Drittes Quartal* an allen Unfällen der jeweiligen Lunation bestimmt. Abbildung 4-16 zeigt, dass die Mondphase keinen Einfluss auf die Häufigkeit von Wildunfällen hat. Unabhängig von der Wildart ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

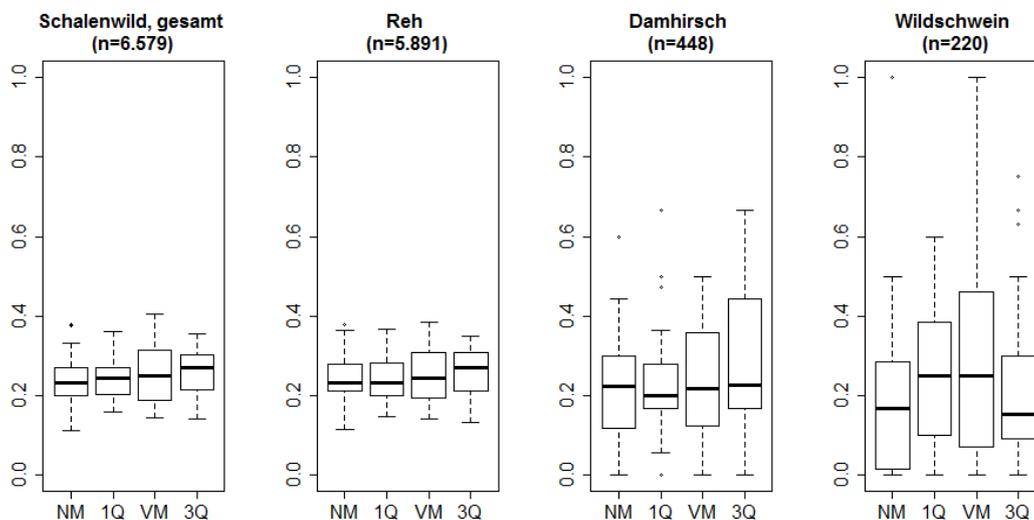


Abb. 4-16: Häufigkeit von Wildunfälle in verschiedenen Mondphasen. Die Boxplots zeigen die Anteile der Wildunfälle in einer Mondphase an allen Wildunfällen eines Mondmonats für den Zeitraum 22.03.2012-29.03.2014 (Lunationen 151-175). Die Box enthält die 50% mittleren Beobachtungen, der untere Strich der Box markiert das 25%-Quantil, der obere Strich das 75%-Quantil. Der vertikale Balken innerhalb der Box gibt die Lage des Median an. Der Median teilt eine Verteilung in zwei gleich große Hälften, d. h. genau eine Hälfte aller Beobachtungen liegt unter diesem Wert, genau eine Hälfte darüber. NM = Neumond, 1Q = erstes Quartal, VM = Vollmond, 3Q = drittes Quartal.

Unabhängig von der Mondphase reagiert das Wild jedoch auf die Mondhelligkeit bzw. die Nachthelligkeit. Hier zeigte sich, dass Rehe und Damhirsche in dunklen Nächten deutlich häufiger Opfer eines Wildunfalls werden, als in Nächten mit mittlerem bis hellem Licht (Abb. 4-17).

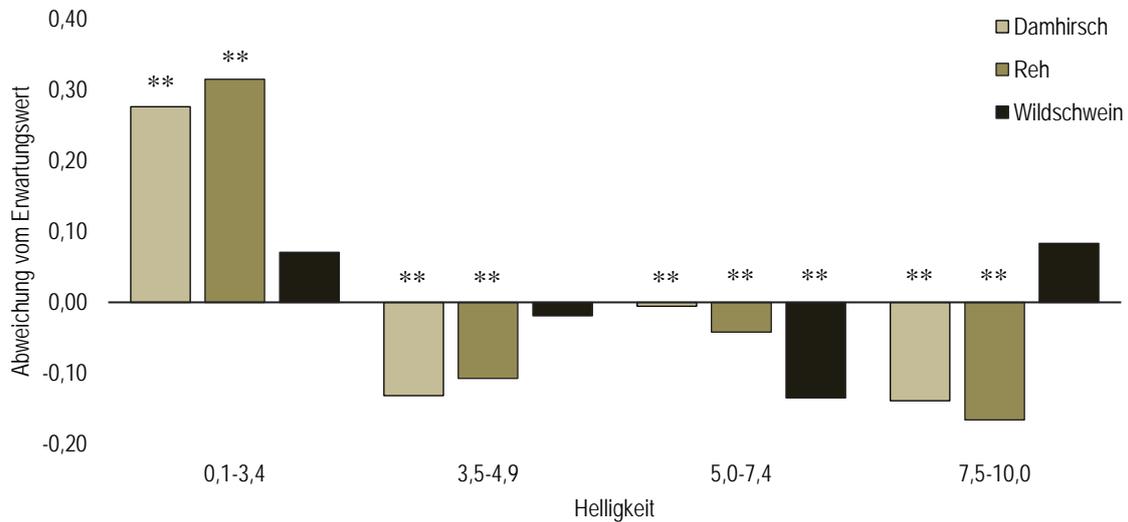


Abb. 4-17: Wildunfälle in Abhängigkeit der Mondhelligkeit. Dargestellt sind die Abweichungen vom Erwartungswert auf Basis einer Gleichverteilung der Wildunfälle auf die Helligkeitsklassen. Helligkeitsklassen: 0,1-3,4 = kein bis wenig Licht, 3,5-4,9 = ausreichend bis gutes Licht, 5,0-7,4 = helles Licht, 7,5-10,0 = sehr helles Licht. Grundlage der Auswertung waren die in einer Nacht theoretisch möglich maximalen Helligkeiten, ohne Berücksichtigung von Bewölkung. Die Signifikanzen ergeben sich aus der Poisson-Verteilung: * = absolute Auftretenshäufigkeit außerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls, ** = absolute Auftretenshäufigkeit außerhalb des 99 %-Konfidenzintervalls.

4.7. Landschaftsstrukturen

Die vorherrschende Landschaftsstruktur bzw. Landnutzung wirkt sich deutlich auf die Unfallhäufigkeit aus. Die Wildunfallzahlen auf den Teststrecken vor Ausbringung der Vermeidungsmaßnahmen zeigen, dass sich in der Klasse „struktureiche Lebensräume“ mit Abstand die meisten Wildunfälle ereigneten. Im Wald waren es gut ein Viertel weniger, auf Strecken in „offener Landschaft“ nur ungefähr die Hälfte. Ein gleiches Bild zeigt die Verteilung der Wildunfälle auf die Landschaftsstrukturen nach Ausbringung der Präventionsmaßnahmen (Tab. 4-6).

Bei der Bewertung der Wildunfallhäufigkeit ist zu berücksichtigen, dass die Auswahl der Versuchstrecken nicht zufällig erfolgte und sich unter anderem am Kriterium hoher Wildunfallzahlen orientierte. Die Relationen der Wildunfallhäufigkeiten zwischen den Klassen zeigen dennoch deutlich, dass die Lebensraumstrukturen sehr starken Einfluss auf das Wildunfallgeschehen haben.

Tab. 4-6: Anteil der Wildunfälle auf den Teststrecken in Abhängigkeit der Landschaftsstruktur vor und nach Ausbringung der Präventionsmaßnahmen. Berechnungsgrundlage der Anteile sind die durchschnittlichen Wildunfallzahlen auf den Teststrecken pro laufendem Straßenkilometer und Jagdjahr.

| | Offene Landschaft | Strukturreiche Lebensräume | Wald |
|---------|----------------------|-------------------------------|--------|
| Vorher | 26,4 % | 43,1 % | 30,5 % |
| Nachher | 25,6 % | 41,9 % | 32,5 % |

Die hier betrachteten Wildarten orientieren sich an Gehölzinseln und Knicks als Leitstrukturen. Dort, wo solche Lebensraumelemente bis in Straßennähe oder an die Straße heranreichen (Abb. 6-13), ist das Wildunfallrisiko deutlich erhöht. Abbildung 4-18 zeigt die Anteile der Wildunfälle an einem dieser Landschaftselemente oder in dessen unmittelbarer Nähe (+/- 150 m rechtwinklig zur Straße) unter Berücksichtigung der anteiligen Streckenlänge des „Puffer“-Bereiches an der Teststreckenlänge wieder. Wird entlang der Teststrecken mit entsprechenden Landschaftselementen eine gleichmäßige, von diesen Strukturen unabhängige Verteilung der Wildunfälle unterstellt, so käme es auf diesen Strecken in weniger als der Hälfte der Fälle (39,5 %) zu Wildunfällen innerhalb der „Puffer“-Bereiche. Tatsächlich ereigneten sich innerhalb des Untersuchungszeitraums auf diesen Strecken mehr als zwei Drittel (68,8 %) der Wildunfälle an oder in der Nähe zu einem Knick oder einer Gehölzinsel. Das tatsächliche Risiko für einen Wildunfall an oder in der Nähe zu Leitstrukturen ist demnach durchschnittlich 74 % höher als der Erwartungswert.

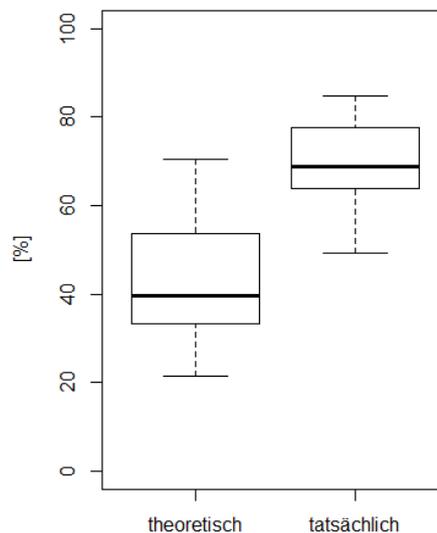


Abb. 4-18: Relative Wildunfallhäufigkeit an oder in der Nähe zu Landschaftselementen (Knicks, Gehölzinseln) auf den Teststrecken. Dargestellt sind die Anteile der Wildunfälle innerhalb einer straßenparallel verlaufenden 300 m langen Pufferzone rund um diese Landschaftselemente unter Berücksichtigung der anteiligen Länge der Pufferzone an der Gesamtstreckenlänge.

Einen Einfluss der Art oder eines bestimmten Reifegrades (bspw. Milchreife) der Feldfrucht auf landwirtschaftlichen Nutzflächen auf die Häufigkeit von Wildunfällen konnte nicht festgestellt werden. Es zeigten sich keine entsprechenden Schwankungen im Wildunfallaufkommen in Abhängigkeit der Fruchtfolge oder eines bestimmten Reifestadiums.

Hierbei muss beachtet werden, dass für diese Analyse lediglich die während der Projektlaufzeit (also mit Präventionsmaßnahme) erhobenen Wildunfallzahlen zur Verfügung standen. Bei der Frage, ob die Art oder das Reifestadium der Feldfrucht einen Einfluss auf das Wildunfallaufkommen haben, wechselt die Zuordnung der zu untersuchenden Variablen (vgl. Kap. 3.1). Nicht die Präventionsmaßnahme sondern die Frucht bzw. deren Reife ist dann die zu variierende unabhängige Variable. Die Vermeidungsmaßnahmen Duftzaun und Reflektor werden zu Drittvariablen, die durch ihre Wirkung den möglichen Effekt der Fruchtfolge oder des Reifestadiums überlagern können. Ein Einfluss der Feldfrucht auf das Wildunfallgeschehen lässt sich aus den gesammelten Daten nicht ableiten, da die Unfallzahlen zu gering sind. Das heißt nicht, dass es diesen nicht gibt.

4.8. Wilddichte

Legt man für Schleswig-Holstein die jährliche Schalenwildstrecke (ohne Verkehrsfallwild) als Indikator für die Höhe der Wildbestände zugrunde, ergibt sich eine positive Korrelation zwischen der Höhe der Jagdstrecke und der Zahl der Wildunfälle: Jahre mit einer hohen Jagdstrecke weisen auch hohe Wildunfallzahlen auf (Abb. 4-19).

Zahlreiche Studien belegen einen Zusammenhang zwischen Wilddichte bzw. Bestandsgröße und der Zahl an Wildunfällen – Kapitel 5.2.3 liefert hierzu einen Überblick. Der Zusammenhang fällt artspezifisch unterschiedlich aus. Aufgrund der zahlreichen Steuergrößen ist die Jagdstrecke vor allem auf lokaler und regionaler Ebene nur ein ungenauer Indikator für die Höhe des Wildbestands. Eine gesonderte Schätzung des Wildbestands in den betreffenden Revieren war nicht praktikabel. Auf eine Untersuchung der Bestandshöhe als potentieller Einflussfaktor auf das Wildunfallgeschehen auf den Teststrecken wurde daher verzichtet. Die landesweite Betrachtung unterstreicht jedoch die grundsätzliche Bedeutung der Wildbestandshöhe als Einflussfaktor auf das Wildunfallgeschehen.

Dennoch wird dieser Zusammenhang häufig kontrovers diskutiert. Ein Grund dafür ist die häufig zu beobachtende Neigung, schwierigen Problemstellungen mit möglichst einfachen Rezepten bzw. Erklärungen zu begegnen. Aufgrund des dem Wildunfallgeschehen zu Grunde liegenden komplexen Funktionsgefüges können eine Absenkung der Bestandshöhe und entsprechende jagdstrategische Maßnahmen immer nur ein Baustein innerhalb einer regionalen Gesamtstrategie zur Vermeidung von Wildunfällen sein.

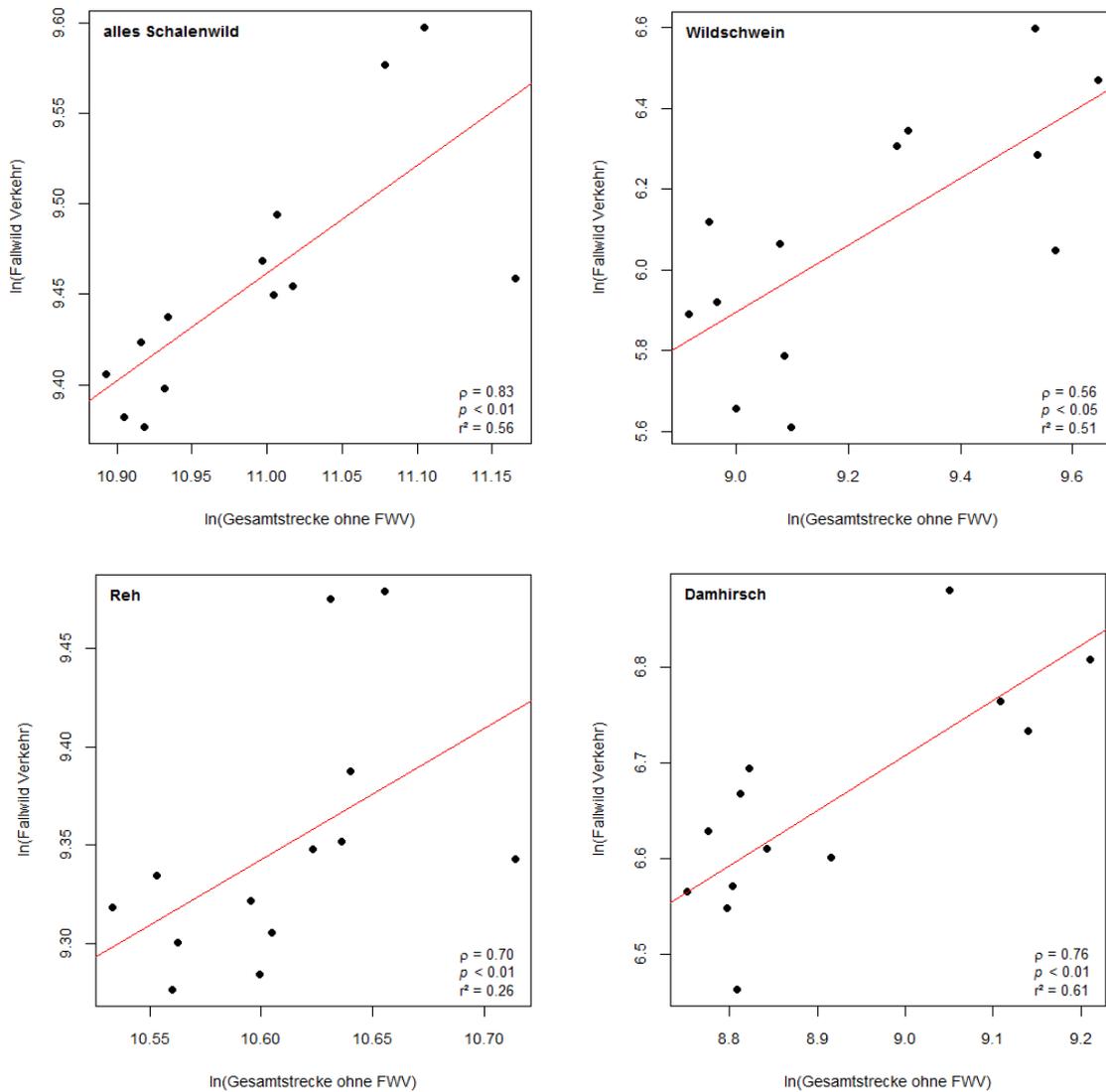


Abb. 4-19: Verkehrsfallwild und jagdliche Schalenwildstrecke der Jagdjahre 2001/2002-2013/2014. Rote Linie = Regressionsgerade der linearen Regression. Zugrundeliegende Streckenzahlen gem. MUNF 2002, MUNL 2003, 2004, MLUR 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, MELUR 2012, 2013, 2014.

4.9. Verkehr

4.9.1. Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeit

Während der elektronischen Verkehrsmessungen entlang der Teststrecken von März 2011 bis August 2013 wurden an 1.251 Tagen (00-24 Uhr) 5.727.587 Kraftfahrzeuge erfasst. Aufgrund des Gesamtzeitraumes der Messungen von zweieinhalb Jahren, der Anzahl gemessener Fahrzeuge und der Berücksichtigung der unterschiedlichen Straßenkategorien, können die Ergebnisse aus den Verkehrsmessungen auch als Grundlage für weitere Betrachtungen herangezogen werden.

Die Strecke mit dem höchsten Verkehrsaufkommen war die B206_BB, mit im Mittel (Median) 11.223 Kfz pro 24 Stunden. Das untere Ende der Spanne des Verkehrsaufkommens stellt die K001_TR mit im Mittel 647 Kraftfahrzeugen pro Tag (24 Std) dar (Abb. 6-16). Die Korrespondenzanalyse von Straßenkategorie und Verkehrsaufkommen zeigt enge Zusammenhänge zwischen diesen beiden Variablen, welche sich aus den Merkmalskombinationen von Bundesstraße mit Verkehr von mehr als 5.000 Fahrzeugen pro Tag sowie Landes- und Kreisstraßen mit Verkehr von weniger als 1.500 Fahrzeugen pro Tag ergeben (Abb. 6-18).

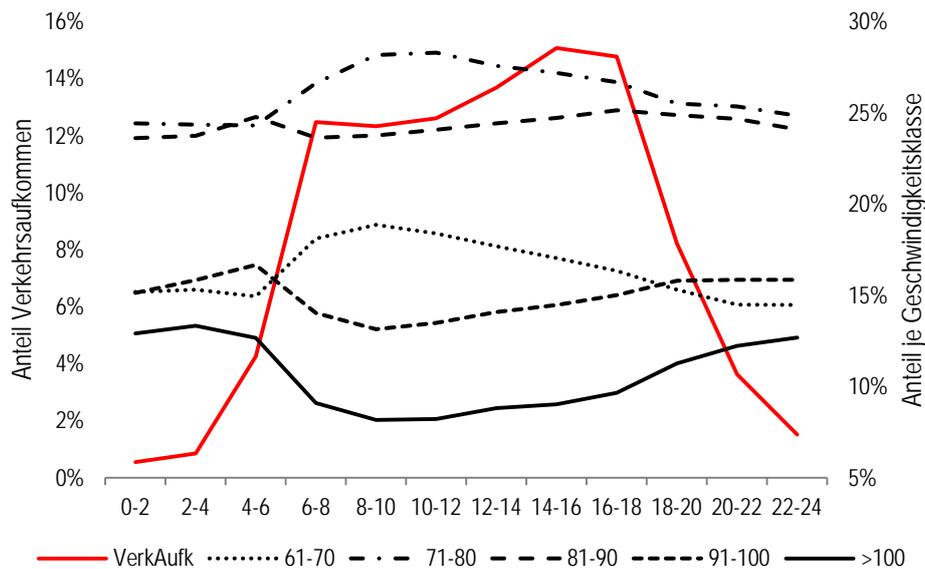


Abb. 4-20: Anteiliges Verkehrsaufkommen nach Tageszeit und Verteilung des Verkehrs auf Geschwindigkeitsklassen. Die Abbildung zeigt die zusammenfassende Auswertung für alle Teststrecken und ohne jahreszeitliche Trennung.

Das Verkehrsaufkommen auf den Teststrecken steigt zwischen 4 Uhr und 6 Uhr morgens sehr stark an und verbleibt dann tagsüber auf hohem Niveau. Nach einer weiteren Zunahme am Nachmittag, sinkt das Verkehrsaufkommen zur Nacht hin wieder stark ab. Mit Zunahme des Verkehrs nehmen die Fahrzeuggeschwindigkeiten tagsüber insgesamt ab und steigen ab den späten Nachmittagsstunden wieder an, wenn das Verkehrsaufkommen abnimmt (Abb. 4-20). Dies zeigt sich jedoch nicht auf allen Teststrecken gleichermaßen. Auf den Strecken mit einem durchschnittlichen Verkehrsaufkommen von mehr als 3.500 Kfz pro Tag zeigt sich eine gegenläufige Entwicklung von Verkehrsaufkommen und durchschnittlichen Geschwindigkeiten, also sinkende Geschwindigkeiten bei steigendem Verkehrsaufkommen. Bei Strecken mit rund 2.500 oder weniger Kfz pro Tag dagegen zeigen sich niedrige Geschwindigkeiten in Zeiten niedrigen Verkehrsaufkommens, während höhere Geschwindigkeiten in Zeiten mit höherem Verkehrsaufkommen gemessen wurden (Abb. 6-15). Unabhängig von diesen Zusammenhängen kann festgestellt werden, dass die Zeiten steigenden Verkehrsaufkommens am Morgen bzw. noch hohen Verkehrsaufkommens am Nachmittag und

frühen Abend mit hohen, über dem Gesamttagesdurchschnitt liegenden, Geschwindigkeiten zusammenfallen.

Mit dem Rückgang des Verkehrsaufkommens an den Wochenenden ist eine Erhöhung der Fahrzeuggeschwindigkeiten verbunden. Samstags und sonntags konnte eine statistisch signifikante Zunahme der Anteile in den höheren Geschwindigkeitsklassen (81-90 km/h, 91-100 km/h, >100 km/h) festgestellt werden (t-Test: $p < 0,05$; Abb. 4-22). Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass durch ein insgesamt niedrigeres Verkehrsaufkommen, schneller gefahren werden kann.

Über die Woche zeigt sich von Montag bis Freitag ein insgesamt zunehmendes Verkehrsaufkommen. Der meiste Verkehr wurde freitags gemessen. An Samstagen und Sonntagen geht das Verkehrsaufkommen dagegen stark zurück (Abb. 4-21). An diesen beiden Tagen sind im Gesamtdurchschnitt knapp 25 Prozent weniger Fahrzeuge unterwegs als von montags bis freitags.

An Wochenenden sind zwar weniger Fahrzeuge auf den Straßen unterwegs, dafür wird insgesamt schneller gefahren und das in – bedingt durch die Aktivitätsrhythmen des Wildes (insbesondere Rehe) – tendenziell risikoreicheren Zeiten (Abb. 4-15, Abb. 6-14). Dadurch kommt es an Samstagen und Sonntagen zu einer gleichen Anzahl von Wildunfällen, wie an den übrigen, verkehrsreicheren Tagen (Tab. 4-5, Abb. 4-14, S. 30).

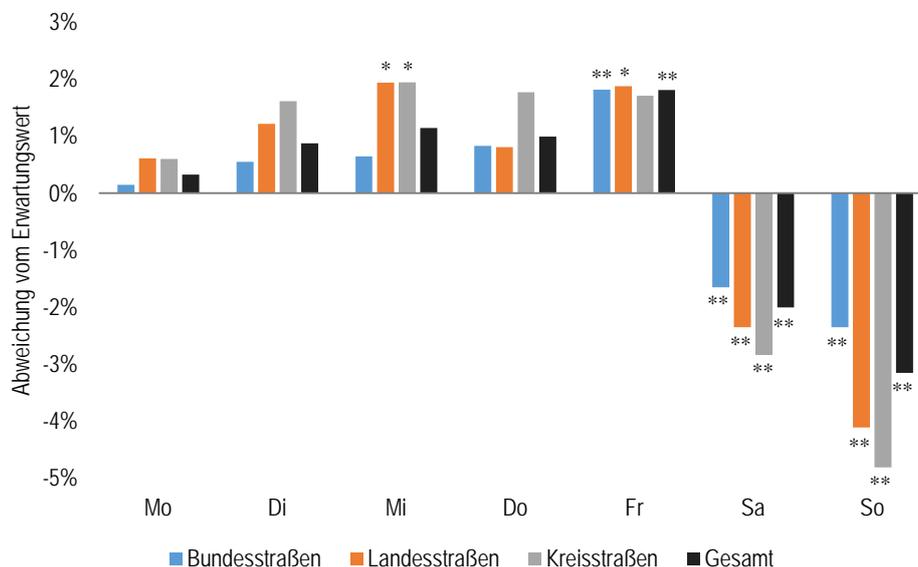


Abb. 4-21: Veränderung des anteiligen Verkehrsaufkommens je Wochentag. Dargestellt sind die Abweichungen von einem angenommenen über die Woche anteilig gleichverteilten Verkehrsaufkommens (Erwartungswert). * = absolute Häufigkeit außerhalb 95 %-Konfidenzintervall, ** = absolute Häufigkeit außerhalb 99 %-Konfidenzintervall.

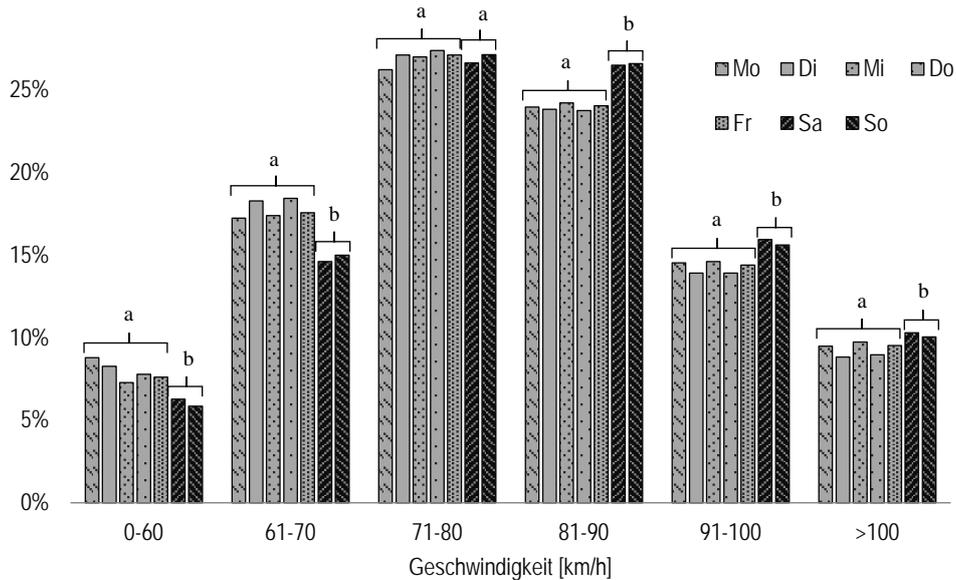


Abb. 4-22: Anteiliges Verkehrsaufkommen nach Geschwindigkeit und Wochentag. Gruppen mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb der jeweiligen Geschwindigkeitsklasse unterscheiden sich mit statistischer Signifikanz auf dem 5 %-Niveau.

4.9.2. Einfluss des Verkehrs auf Wildunfallgeschehen und Präventionsmaßnahmen

Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeit beeinflussen die Höhe der Wildunfallzahlen. Die durchschnittlichen Wildunfallzahlen steigen sowohl mit einer Zunahme der Geschwindigkeit als auch mit steigendem Verkehrsaufkommen (Abb. 4-23). Dabei scheint auf den ersten Blick das Verkehrsaufkommen einen größeren Einfluss zu haben als die Geschwindigkeit. Da jedoch das Verkehrsaufkommen vom unteren Drittel zum oberen Drittel der Verteilung um einen Faktor von mehr als 5 zunimmt, die Geschwindigkeit allerdings nur um einen Faktor von weniger als 1,5, lässt sich in der Einzelbetrachtung dieser beiden Faktoren ein größerer Einfluss der durchschnittlichen Geschwindigkeit ableiten. Eine kombinierte Betrachtung von Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeit zeigt, dass die Wildunfallzahlen vor allem bei niedrigem Verkehrsaufkommen mit Zunahme der Geschwindigkeit, sowie bei niedriger Geschwindigkeit mit Zunahme des Verkehrs steigen. Liegen bereits hohe Geschwindigkeiten vor, führt ein höheres Verkehrsaufkommen nur zu einer minimalen durchschnittlichen Zunahme der Wildunfälle (Abb. 4-24).

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass nicht nur die allgemeine Wildunfallhäufigkeit, sondern auch die Wirksamkeit der Präventionsmaßnahmen durch den Verkehr beeinflusst wird. Ein hohes Verkehrsaufkommen wirkt sich negativ auf die Wirksamkeit von Halbkreisreflektor und Duftzaun aus. Strecken auf denen die Wildunfälle um zwei Drittel oder mehr zurückgingen, befinden sich überwiegend in den Klassen mit niedrigem bis mittleren Verkehrsaufkommen, Strecken mit niedrigerem Rückgang der Wildunfallzahlen mit nur einer Ausnahme in der Klassen mit dem höchsten Verkehrsaufkommen (Abb. 4-25, Abb. 4-26).

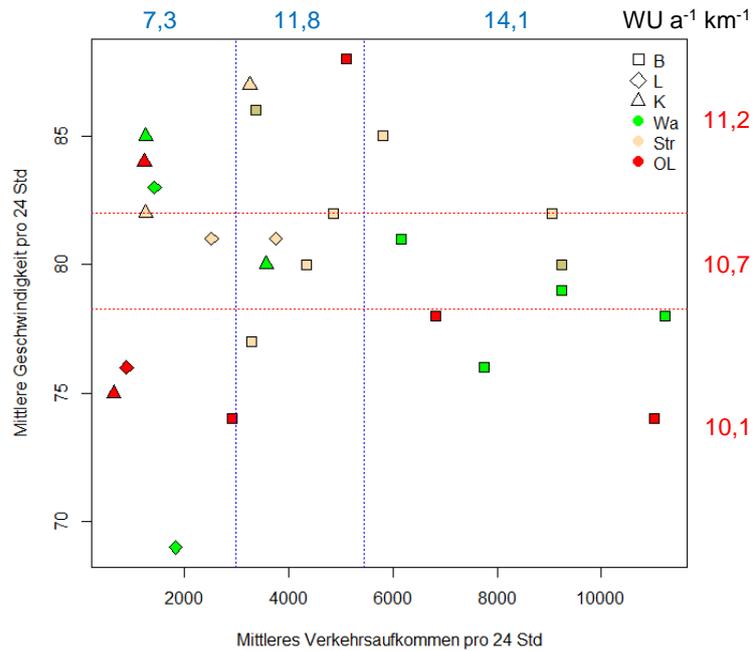


Abb. 4-23: Durchschnittliche Wildunfallzahlen in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Verkehrsaufkommen (Einzelbetrachtung der Faktoren). Dargestellt ist die Verteilung der Teststrecken nach mittlerer Geschwindigkeit über mittlerem Verkehrsaufkommen, unterteilt nach Straßenkategorie (B / L / K = Bundes- / Landes- / Kreisstraße) und Landschaftsstruktur (Wa = Wald, Str = strukturreiche Lebensräume, OL = offene Landschaft). Die Linien markieren die Grenzen der Terzile von Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeit. Die Zahlen am Rand geben die durchschnittliche Wildunfallzahl pro Jahr und Kilometer vor Ausbringung der Präventionsmaßnahmen an.

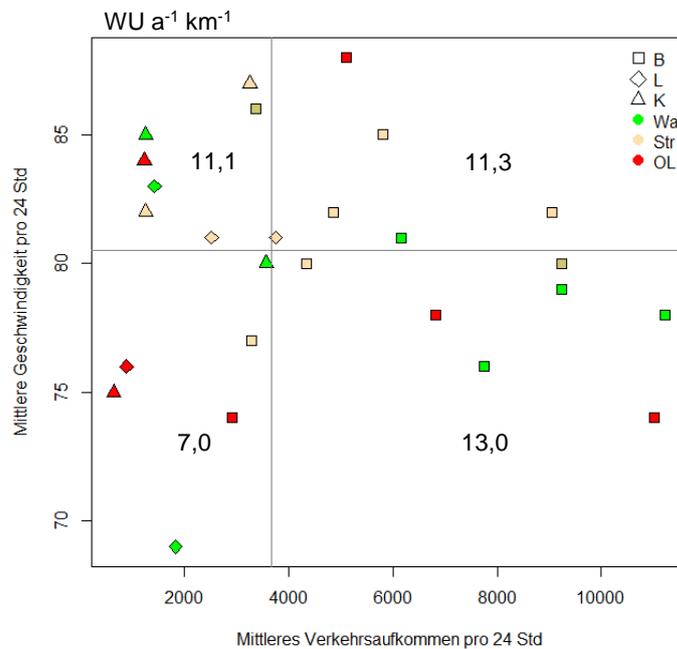


Abb. 4-24: Durchschnittliche Wildunfallzahlen in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Verkehrsaufkommen (kombinierte Betrachtung der Faktoren). Dargestellt ist die Verteilung der Teststrecken nach mittlerer Geschwindigkeit über mittlerem Verkehrsaufkommen, unterteilt nach Straßenkategorie (B / L / K = Bundes- / Landes- / Kreisstraße) und Landschaftsstruktur (Wa = Wald, Str = strukturreiche Lebensräume, OL = offene Landschaft). Die Linien markieren die Mediane von Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeit. Die Zahlen geben die durchschnittliche Wildunfallzahl pro Jahr und Kilometer vor Ausbringung der Präventionsmaßnahmen an.

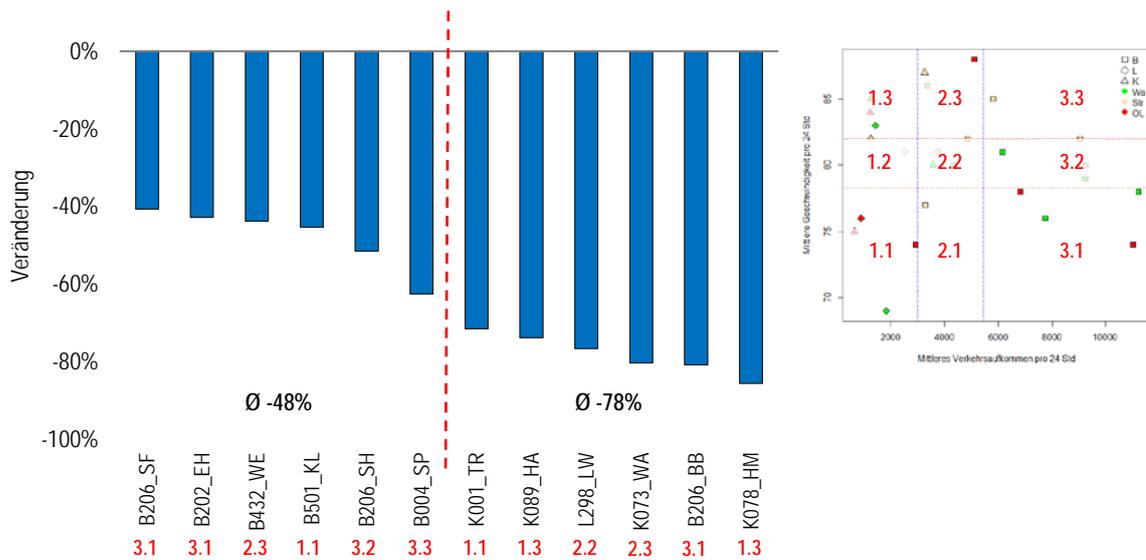


Abb. 4-25: Entwicklung der Wildunfallzahlen auf den mit blauen Halbkreisreflektoren ausgestatteten Strecken in Abhängigkeit von Verkehrsaufkommen und Fahrzeuggeschwindigkeiten. Die Abbildung zeigt die relative Veränderung der Wildunfallzahlen nach Anbringung der Reflektoren. Die gestrichelte rote Linie markiert die Grenze zwischen Rückgängen kleiner bzw. größer zwei Drittel. Die Zahlen unter den Teststrecken entsprechen den Zahlen in den Sektoren der rechten Grafik (Abb. 4-23), 1. Stelle von links nach rechts: zunehmendes Verkehrsaufkommen, 2. Stelle von unten nach oben: zunehmende Geschwindigkeit.

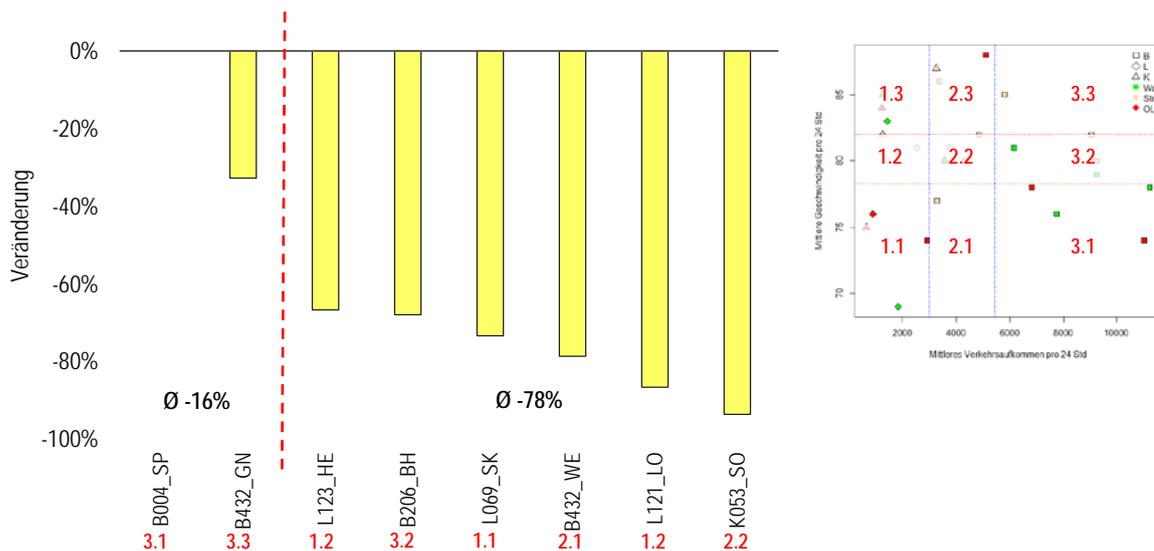


Abb. 4-26: Entwicklung der Wildunfallzahlen auf den mit Duftzaun ausgestatteten Strecken in Abhängigkeit von Verkehrsaufkommen und Fahrzeuggeschwindigkeiten. Die Abbildung zeigt die relative Veränderung der Wildunfallzahlen nach Ausbringung des Duftzauns. Die gestrichelte rote Linie markiert die Grenze zwischen Rückgängen kleiner bzw. größer zwei Drittel. Die Zahlen unter den Teststrecken entsprechen den Zahlen in den Sektoren der rechten Grafik (Abb. 4-23), 1. Stelle von links nach rechts: zunehmendes Verkehrsaufkommen, 2. Stelle von unten nach oben: zunehmende Geschwindigkeit.

Ein abnehmendes Verkehrsaufkommen auf den Teststrecken kann damit als Ursache für die Rückgänge der Wildunfallzahlen nach Installation der Präventionsmaßnahmen ausgeschlossen werden. Die Verkehrsmessungen wiesen auf allen Teststrecken bei den durchschnittlichen

täglichen Verkehrsstärken in den einzelnen Messzeiträumen ähnliche Werte auf. Ein deutlich abnehmendes Verkehrsaufkommen konnte auf keiner der Strecken festgestellt werden (Tab. 6-5). Auch über den Zeitraum der Verkehrsmessungen hinaus, gibt es eine keine Anhaltspunkte für eine Veränderung des Verkehrsaufkommens.

4.10. Multiple Korrespondenzanalyse (MCA)

Um herauszufinden, welchen Anteil die einzelnen Variablen am Wildunfallgeschehen haben, wurde eine multiple Korrespondenzanalyse (*multiple correspondence analysis*, auch mehrfaktorielle Varianzanalyse) durchgeführt. Als Erweiterung der einfachen Korrespondenzanalyse (*correspondence analysis*), bietet die *multiple correspondence analysis* (MCA) die Möglichkeit, den Einfluss mehrerer unabhängiger kategorialer Variablen auf eine abhängige Variable zu untersuchen. Mithilfe dieser Analyse können Zusammenhänge zwischen mehr als zwei Variablen untersucht werden. Die MCA wird eingesetzt, um Beobachtungen zu analysieren, welche durch kategoriale, nominal skalierte Variablen beschrieben werden. So ist beispielsweise das Geschlecht eine kategoriale Variable mit zwei nominalen Kategorien – weiblich und männlich.

Die Interpretation der n -dimensionalen³ MCA basiert in der Regel auf der Nähe von Beobachtungen (als Punkte dargestellt) in einer niedrigdimensionalen (meistens zweidimensional) „Karte“. Der Beitrag einer Variablen ist proportional zur Entfernung vom Ursprung. Je näher zwei Beobachtungen (Punkte) zueinander sind, desto größer der Zusammenhang. Dabei können zwei Beobachtungen auch nahe bei einander liegen, wenn sie ein seltenes Merkmal gemeinsam haben, bei häufiger vorhandenen Merkmalen jedoch unterschiedlich sind. Die Abhängigkeit einer Variablen von einer Dimension wird als Prozentsatz angegeben. Daraus ergibt sich für jede Dimension, welcher Anteil der Gesamtvarianz durch diese Dimension erklärt wird.

Als Variablen wurden die Wildart (mit Beschränkung auf Reh und Damhirsch), die Jahreszeit, die Tageszeit, das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen sowie die Landschaftsstruktur eingesetzt. Alter und Geschlecht wurden nicht berücksichtigt, da bei diesen Variablen nicht zwischen den Wildarten unterschieden wird. Aufgrund der Korrelation von Straßenkategorie mit Verkehrsaufkommen (vgl. Kap. 4.9.1) wurde für den Einfluss des Verkehrs nur das Verkehrsaufkommen berücksichtigt. Dadurch werden Autokorrelation und die Verzerrung der Ergebnisse vermieden. Auf die Wochentage wurde verzichtet, da für diese in der Einzelbetrachtung bereits kein Einfluss auf das Wildunfallgeschehen nachgewiesen wurde. Insgesamt wurden 505 Wildunfälle (323-mal Rehe, 182-mal Damhirsche) in diese Auswertung einbezogen.

³ Die Anzahl der Dimensionen ergibt sich aus der Gesamtzahl der Kategorien aller Variablen minus der Anzahl der Variablen.

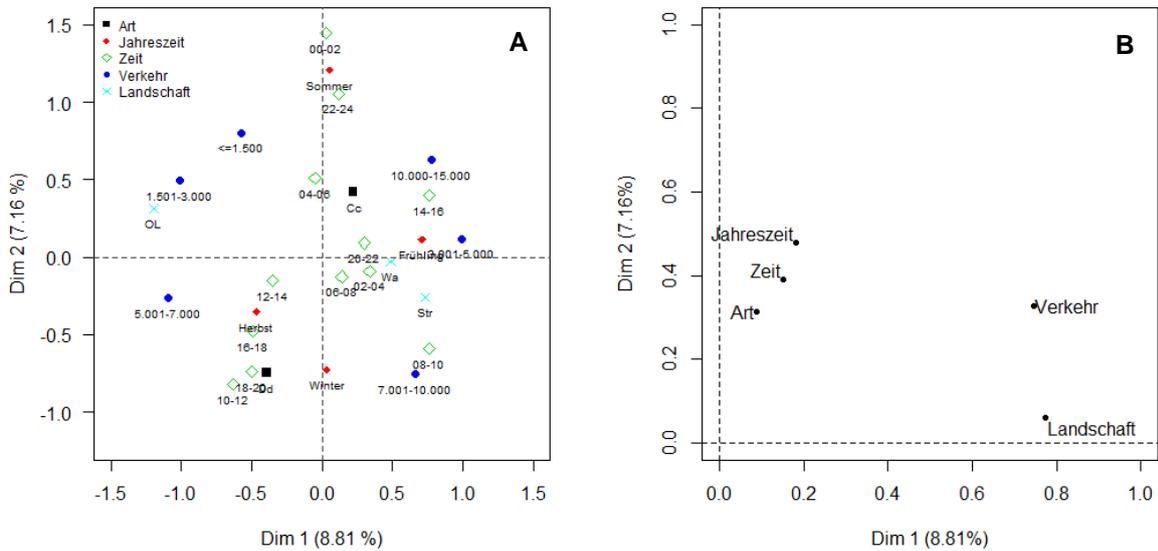


Abb. 4-27: MCA für Wildunfälle mit Rehen und Damhirschen. A: MCA factor map B: Beiträge der Variablen in den ersten beiden Dimensionen.

Die Analyse zeigt insgesamt ein schwer interpretierbares Bild. Vereinzelt lassen sich enge Zusammenhänge erkennen, so zwischen Rehen und der Zeit von 20:00 bis 22:00 Uhr, zwischen Damhirschen und der Zeit zwischen 18:00 und 20:00 Uhr oder auch zwischen 'Sommer' und der Zeit zwischen 22:00 und 24:00 Uhr (Abb. 4-27 A). Zwar scheinen weitere Zusammenhänge zwischen den Kategorien gegeben zu sein, aufgrund des geringen Anteils der erklärbaren Varianz in den ersten beiden Dimensionen, sollten diese jedoch nicht zu hoch bewertet werden. Lediglich 16 % der Varianz werden über die ersten beiden Dimensionen erklärt. Um 80 % der Varianz zu erklären, bedarf es der ersten 15 von insgesamt 22 Dimensionen (Tab. 6-6). Wird ein gleichverteilter Beitrag aller Dimension zur Varianzaufklärung unterstellt, fallen die Beiträge der Dimensionen erst ab der neunten Dimension unter diesen durchschnittlichen Wert, verbleiben aber dicht am Durchschnitt. Erst ab der 15. Dimension sinken die Beiträge der übrigen Dimension deutlich (Abb. 6-19). Insbesondere die Landschaftsstruktur und das Verkehrsaufkommen sind mit der ersten Dimension korreliert und haben so den höchsten, wenngleich insgesamt immer noch geringen, erklärenden Anteil (Abb. 4-27 B). Den höchsten Beitrag zur ersten Dimension liefert die Kategorie „Offene Landschaft / Landwirtschaft“ (OL). Die Kategorie „Strukturreiche Lebensräume“ (Str) stellt den dritthöchsten Beitrag. Zusammen tragen diese beiden Kategorien 37 % zur ersten Dimension bei (Abb. 6-20).

Die geringen Anteile erklärbarer Varianz in der ersten Hälfte der Dimensionen – insbesondere in den Dimensionen 1 und 2 – verdeutlichen, wie äußerst komplex und variabel das Wildunfallgeschehen ist. Klare Einflüsse zeigen sich zwar in den Einzelbetrachtungen, gehen bei Berücksichtigung mehrerer Variablen aber verloren. Hier zeigt sich ein grundsätzliches Problem der Wildunfallprävention: das Gesamtaufkommen an Wildunfällen auf einer Strecke basiert auf einer Vielzahl von Faktoren. Es können daher zwar Einflussgrößen identifiziert

werden, ihre tatsächliche Bedeutung für das Wildunfallgeschehen auf einer Strecke ergibt sich jedoch erst aus dem Zusammenspiel der verschiedenen Faktoren.

4.11. Fahrerwahrnehmung

Zu den 782 im Rahmen dieser Studie dokumentierten Wildunfällen, wurden für 201 Unfälle auch die Fragebögen für den Unfallfahrer ausgefüllt. Der geringe Rücklauf liegt zum einen darin begründet, dass beim Eintreffen eines Jagdausübungsberechtigten oft kein Unfallfahrer mehr vor Ort war, zum anderen in der mangelnden Bereitschaft diesen Bogen auszufüllen. Aufgrund der unterschiedlichen Qualität der Bögen – Beantwortung aller bis zu nur einer der Fragen – variiert die Zahl der auswertbaren Bögen je Frage.

Die überwiegende Zahl der Fahrer (~ 70 %) gab an, das angefahrene Tier vor der Kollision nicht gesehen zu haben und keine Zeit gehabt zu haben, entsprechend zu reagieren (Tab. 4-7). Dies unterstreicht die Unvorhersehbarkeit mit der Wildunfälle im Allgemeinen geschehen.

Tab. 4-7: Wahrnehmung des Wildes durch die Fahrzeugführer vor dem Unfall.

| Zeit zu reagieren | War das Tier vorher sichtbar | |
|-------------------|------------------------------|-----|
| | J | N |
| J | 12 | 9 |
| N | 38 | 133 |

Auch unter Berücksichtigung des Stichprobenumfangs, muss die Wirksamkeit der üblichen Warnbeschilderung kritisch hinterfragt werden (siehe auch Kap. 5.1.3). In drei Vierteln der Fälle gaben die Fahrer an, vor dem Zusammenstoß eine vorhandene Warnbeschilderung wahrgenommen zu haben. Das verbleibende Viertel nahm die Beschilderung nicht wahr (Tab. 4-8). Dies lässt den Schluss zu, dass ein erheblicher Teil der Verkehrsteilnehmer nicht ausreichend auf Beschilderung achtet oder, falls doch, eine Anpassung der Fahrweise nicht ausreichend oder gar nicht erfolgt. Einen solchen Effekt beschreiben auch RILEY & MARCOUX (2006). Von über 1.400 befragten Fahrzeugführern gaben zwar drei Viertel an, langsamer und vorsichtiger zu fahren, wenn sie Hirsche (in diesem Fall Weißwedelhirsche) in Straßennähe sähen. Weniger als die Hälfte dieser Befragten gab jedoch an, in gleicher Weise auf Wildwarnschilder zu reagieren. Nach CHIELLINO (2010) ist bei mehr als 60 % der Verkehrsunfälle eine fehlende Wahrnehmung von verkehrsrelevanten Merkmalen ursächlich.

Tab. 4-8: Wahrnehmung von Wildwarnbeschilderung durch die Fahrzeugführer.

| Warnbeschilderung wahrgenommen | vorhanden | |
|--------------------------------|-----------|----|
| | J | N |
| J | 44 | 43 |
| N | 14 | 57 |

Auch die Angaben der Fahrer eine Warnbeschilderung gesehen zu haben, sind kritisch zu beurteilen. Von den Fragebögen ausgehend, war in der Hälfte aller Fälle, in denen eine Warnbeschilderung wahrgenommen worden sein soll, keine entsprechende Beschilderung vorhanden (Tab. 4-8). Dies lässt die Vermutung zu, dass diese Frage mit einer unterstellten erwarteten Angabe beantwortet wurde, um im Zweifelsfall nicht angeben zu müssen, ein gegebenenfalls vorhandenes Schild übersehen zu haben. Gleiches kann auch für die tatsächlich vorhandenen Schilder möglich sein. Dadurch würde sich der Anteil der Verkehrsteilnehmer die (Warn-)Beschilderungen nicht ausreichend wahrnehmen erhöhen.

Gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO) darf das Verkehrszeichen 142 Wildwechsel „[...] nur für Straßen mit schnellem Verkehr für bestimmte Streckenabschnitte angeordnet werden, in denen Wild häufig über die Fahrbahn wechselt. [...]“. Die Festlegung soll mit den Jagd- und Forstbehörden und den Jagdausübungsberechtigten erfolgen (BMVBS 1998). Aus Gesprächen mit Jägern (nicht nur in Schleswig-Holstein) ging häufig hervor, dass diese sich aktiv um Aufstellung von Warnschildern bemüht hatten, ohne jedoch bei den zuständigen



Abb. 4-28: Kombination von VZ 142 und VZ 282.

Verkehrsbehörden erfolgreich gewesen zu sein. Dabei waren diese Vorstöße regelmäßig von zahlenmäßigen Dokumentationen der Wildunfälle begleitet. Darüber hinaus wurde bemängelt, dass Schilder nicht zurückgebaut, bzw. verschoben würden, wenn der aktuelle Aufstellungsort keinen Wildunfallsschwerpunkt mehr darstellt.

Bei der Anordnung von Wildwechselschildern sollte auch eine Wechselwirkung mit anderen Verkehrszeichen berücksichtigt werden. Ist die Warnung vor Wildwechsel durch das VZ 142 zusammen mit einer „Freigabe“ der folgenden Strecke durch die Zeichen „Ende sämtlicher Streckenverbote“ (VZ 282) oder „Ende der zulässigen Höchstgeschwindigkeit“ (VZ 278) oder in unmittelbarer Nähe angebracht (Abb. 4-28, Abb. 6-36), kann der Stellenwert der Warnung vermindert werden. Zwar wird vor Wild gewarnt, gleichzeitig wird der gleiche Streckenabschnitt „freigegeben“. Dies könnte zu der Einschätzung führen, dass die Gefahr vor der gewarnt wird, nicht sehr hoch ist. Die Warnung erscheint dadurch nicht plausibel.

Auch die Streckenlänge, für die die Warnung gilt, sollte überdacht werden. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die Warnung umso eingängiger ist, je kürzer der Streckenabschnitt ist, für den diese gilt. Längenangaben von mehreren Kilometern, wie in Abbildung 4-29, können zu Vernachlässigung der Warnung führen, da diese nicht glaubhaft erscheinen oder in Vergessenheit geraten können (HUIJSER *et al.* 2015).



Abb. 4-29: Warnung vor Wildwechsel auf 22 km Länge an der B 189 zwischen Magdeburg und Stendal. Trotz Einmündungen bzw. Kreuzungen anderer Straßen wurde die Warnung auf den 22 km nicht wiederholt. Zudem ist hier das für eine Aufstellung am linken Straßenrand vorgesehene VZ 142-20 aufgestellt. Bei korrekter Aufstellung springt der stilisierte Rehbock vom Straßenrand zur Straßenmitte, also von außen nach innen, nicht wie hier gezeigt von innen nach außen. Auch wenn eine Warnung hierdurch grundsätzlich nicht verhindert wird, zeigt es dennoch die Leichtfertigkeit, mit der selbst die zuständigen Stellen mit dem Warnhinweis umgehen.

Fast 80 % der Unfallfahrer gab an, zum Zeitpunkt des Wildunfalls langsamer als 90 km/h gefahren zu sein. Etwas mehr als die Hälfte war nach eigener Aussage langsamer als 80 km/h. Lediglich 10 % gaben an, dass sie schneller als 100 km/h fuhren (Tab. 4-9). Unklar ist, inwieweit diese Angaben der Wahrheit entsprechen. Insbesondere bei den Geschwindigkeiten zwischen 70 und 90 km/h kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine langsamere Geschwindigkeit als die tatsächlich gefahrene angegeben wurde, um eine ggf. überhöhte Geschwindigkeit nicht zuzugeben.

Außerdem kann die Wahrnehmung von Wild abseits der Straße durch höhere Geschwindigkeiten beeinträchtigt werden. Zunehmende Geschwindigkeiten führen zum sogenannten „Röhreneffekt“ (LINDNER 2006). Durch Verlagerung des Fixationspunktes nach vorne, verengt sich der Blickwinkel und die Wahrnehmung in den Seitenbereichen nimmt ab.

Tab. 4-9: Geschwindigkeiten zum Unfallzeitpunkt nach Angabe des Fahrzeugführers.

| | Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|--------|------|
| | 0-60 | 61-70 | 71-80 | 81-90 | 91-100 | >100 |
| Häufigkeit der Nennung | 22 | 40 | 49 | 45 | 22 | 20 |
| Anteil an allen Nennungen | 11% | 20% | 25% | 23% | 11% | 10% |

Darüber hinaus muss bei den Angaben der Fahrer die Diskrepanz zwischen geschätzter und tatsächlicher Geschwindigkeit sowie zwischen geschätzter und tatsächlicher Entfernung von Objekten berücksichtigt werden. Auch bei guten Sichtverhältnissen können Geschwindigkeiten oder Entfernungen nur schwer eingeschätzt werden. Mit Zunahme der eigenen Geschwindigkeit, wird diese in zunehmendem Maß geringer eingeschätzt, als sie tatsächlich ist. Bei der Entfernungsschätzung kommt es zunehmender Entfernung eines Objektes zu einer überproportionalen Unterschätzung der tatsächlichen Entfernung (JÄHRIG 2012, Abb. 6-21).

Die Wildunfallhäufigkeit wird scheinbar auch durch die Fahrzeugbeleuchtung beeinflusst. Mit eingeschaltetem Fernlicht ereigneten sich in der Dunkelheit deutlich weniger Wildunfälle als mit Abblendlicht. Dieser Effekt zeigte sich nicht nur auf den Halbkreisreflektor ausgestatteten Teststrecken, sondern auch insgesamt (Tab. 4-10). Dies stimmt mit den Ergebnissen von MASTRO *et al.* (2010) überein und lässt den Schluss zu, dass Tiere bei eingeschaltetem Fernlicht früher wahrgenommen werden und dadurch ein Zusammenstoß verhindert werden kann.

Tab. 4-10: Anzahl der Wildunfälle bei Dunkelheit je nach eingeschalteter Fahrzeugbeleuchtung. (AL = Abblendlicht, FL = Fernlicht).

| WU | Beleuchtung | |
|-------------------------|-------------|----|
| | AL | FL |
| gesamt | 83 | 32 |
| in Reflektorabschnitten | 43 | 19 |

5. Stand der Forschung

Die bisher zu Wildunfällen durchgeführten Studien lassen sich grob in zwei Kategorien einteilen: Zum einen die Studien, die die Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen untersuchten und zum anderen Studien, die sich mit den Rahmenbedingungen und den einflussnehmenden Faktoren befassten.

5.1. Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen

Bisherige Studien zur Wirksamkeit von technischen Vermeidungsmaßnahmen kommen zu keinen einheitlichen und auf deutsche Straßenverhältnisse und landschaftliche Rahmenbedingungen mitunter nicht oder nur teilweise übertragbaren Ergebnissen. Darüber hinaus schränkt zum Teil die Methodik – vor allem aufgrund kurzer Untersuchungszeiten und geringer Stichprobenumfänge – die Aussagekraft erheblich ein.

Insbesondere die wenigen Arbeiten aus dem deutschen Raum bzw. Studien, die mit den im gegenständlichen Projekt getesteten Vermeidungsmaßnahmen durchgeführt wurden, kommen gegenüber der hier vorgelegten Studie überwiegend zu abweichenden Ergebnissen. Hierfür kommen unterschiedliche Gründe in Frage. Da die entsprechenden Schlussfolgerungen zum

Teil grundlegend den hier vorgestellten Ergebnissen widersprechen sollen die verfügbaren Informationen vorgestellt und diskutiert werden. Diese Studien wurden bisher nicht veröffentlicht, sind jedoch überwiegend im Internet in Form von Berichten, Referaten oder anderen Beiträgen abrufbar.

Einige der im Folgenden aufgeführten Studien wurden in Tiergehegen durchgeführt. Gehegeversuche sind mit einigen Nachteilen behaftet, die die Interpretation der Beobachtungen erschweren und die Ergebnisse verzerren können. Die Bedingungen des natürlichen Lebensraumes, dazu gehört vor allem auch der Verkehr, lassen sich in einem Gehege in der Regel nicht oder nur bedingt abbilden. Bei Gehegehaltung ist grundsätzlich eine Gewöhnung an die spezifische Reizkulisse und eine Anpassung des Verhaltens an die Gehegesituation zu erwarten oder ist zumindest nie auszuschließen. Die Reaktion auf bestimmte Reize kann daher gänzlich anders ausfallen als in freier Wildbahn. Tiere die in Gefangenschaft leben oder dauerhaft Reizen ausgesetzt sind, die mit „Gefahr“ verknüpft werden, zeigen eine verminderte Wachsamkeit bzw. Empfindlichkeit gegenüber störenden Reizen und kehren dementsprechend nach einer Störung schnell zu ihrem normalen Verhalten zurück (HAMR 1988, LANGBEIN & PUTMAN 1992, RECARTE *et al.* 1998, REIMERS *et al.* 2012, BULLOCK *et al.* 1993, CASTIOV 1999).

5.1.1. Duftstoffe

Zu olfaktorischen Vermeidungsmaßnahmen, wie dem *Duftzaun* von Hagopur, wurden vergleichsweise wenige Untersuchungen durchgeführt bzw. deren Ergebnisse veröffentlicht.

LUTZ (1994) kam zu dem Ergebnis, dass vom *Duftzaun* „keine nachhaltige Wirkung erwartet werden darf“. Dieses Ergebnis beruht im Wesentlichen auf einem 2-monatigen Gehegeversuch mit Rothirsch, Damhirsch, Sikahirsch, Mufflon und Reh. Dabei wurden Duftzaun-Schaumdepots auf Pfosten rund um vorhandene Futtertröge ausgebracht. Die additiven Reize „Bewegung“ und „Geräusch“ wurden nicht nachgestellt. Die jeweiligen Gehege waren mit Flächen von 0,1 ha, 0,2 ha, 0,09 ha, 0,13 ha und 0,06 ha sehr klein. In Ergänzung zu dem Gehegeversuch wurde an einer Kreisstraße auf 2,8 km Länge ein *Duftzaun* ausgebracht und danach für ein Jahr (1993) die Wildunfälle entlang dieses Abschnittes dokumentiert und mit den Vorjahren (1988-1992) verglichen. Leider fehlen Angaben zur Art und Weise der Ausbringung, die jedoch entscheidend für die Wirksamkeit ist.

Basierend auf der direkten Beobachtung von Rehen an insgesamt 15 Tagen (verteilt auf drei Beobachtungsphasen) an einer Landesstraße in Hessen kam HÜLSMANN (1998) zu dem Schluss, dass der *Duftzaun* wirkungslos sei. Bei den Beobachtungen fielen nur sechs Tage in einen Zeitraum mit ausgebrachtem *Duftzaun*. Ausgehend von der Beschreibung der Versuche kann darüber hinaus der Schluss gezogen werden, dass die Ausbringung des *Duftzaunes* nicht der aktuellen Herstellerempfehlung entsprach.

Auch VOSS (2007) kam in einem – im Auftrag des Gesamtverbandes der deutschen Versicherungswirtschaft durchgeführten – Versuch zu dem Ergebnis, dass nicht von einer positiven Wirkung des *Duftzaunes* gesprochen werden kann. Dieses Ergebnis beruht auf einem

Vorher-Nachher-Vergleich der Wildunfallzahlen (jeweils drei Jahre) entlang eines Duftzaun-Abschnittes an einer Landesstraße. Letztendlich führt der Autor selbst aus, dass wegen der geringen Unfallzahlen, eine allgemeine Aussage nicht möglich ist. Dennoch wird gerade diese Untersuchung häufig angeführt, um die vermeintlich mangelnde Wirksamkeit des Duftzaunes – sowie auch anderer Vermeidungsmaßnahmen (s. u.) – zu belegen (BAKABA 2012a, 2012b, 2014).

Zu einem anderen Ergebnis kam RUZICKA (2001) bei der Betrachtung von Wildunfällen in Österreich. Nach einer Umfrage bei Anwendern des *Duftzaunes* kann demnach „beim Rehwild durchschnittlich mit einer Reduktion des Straßenfallwildes um etwa die Hälfte - und auch mehr - gerechnet werden. [...]“ (RUZICKA 2001). Grundlage für diese Aussage, sind Auswertungen von Fragebögen zu Erfahrungen mit dem Duftzaun aus 185 österreichischen Jagdrevieren mit einer mittleren Anwendungsdauer von rund 4 Jahren.

Auch STEINER (2011) kam – ebenfalls in Österreich – zu einem positiven Ergebnis bei der Anwendung olfaktorischer Präventionsmaßnahmen. Allerdings bezieht sich dieses Ergebnis auf nur eine Teststrecke und den Vergleich von jeweils einem Jahr vor und nach Ausbringung. Auch geht nicht hervor, auf welches der beiden eingesetzten Mittel (*Duftzaun & Porocol*) sich bezogen dabei wird.

Die internationale Literatur liefert hinsichtlich der Wirksamkeit von Geruchsstoffen als Abwehrmaßnahme ebenfalls kein einheitliches Bild. Dabei kommen im Wesentlichen die einleitend genannten Gründe (Untersuchungszeit, Umfang, Gehegeversuch) zum Tragen, es handelt sich um andere Produkte oder der Versuchsaufbau stellt nicht die Situation im Straßenverkehr nach.

ELMEROS *et al.* (2011) kamen zu dem Ergebnis, dass die von ihnen getesteten Abschreckungsmittel keine anhaltende Wirkung auf Rehe und Rothirsche haben und daher als Maßnahmen zur Wildunfallvermeidung nicht geeignet sind. Untersucht wurden dabei jedoch keine primär für die Wildunfallvermeidung entwickelten Mittel, sondern ein Verbisschutzmittel (*Mota FL* (BAYER 2006)) sowie ein Flächenvergrämungsmittel (*Wolf Urine* (MAINEOUTDOORSOLUTIONS 2015)). Betrachtet wurde die Auswirkung in Bezug auf Äsungsverhalten und Flächenvermeidung. Dabei führte keines der beiden Mittel zu einer signifikanten Verhaltensänderung. In diesem Zusammenhang nehmen die Autoren auch Bezug auf vorherige Untersuchungen (LUTZ 1994, KIMBALL *et al.* 2009) mit einem deutlich abweichenden Versuchsaufbau. Während LUTZ (1994) mit dem Duftzaun ein originäres Wildunfallvermeidungsmittel untersuchte (siehe oben), führten KIMBALL *et al.* (2009) Fütterungsversuche mit verschiedenen Futtermitteln durch. Das Futter war mit verschiedenen, als abschreckend wirkend angenommenen, Mitteln (darunter auch Blut) behandelt. Dennoch wird von ELMEROS *et al.* (2011) die Wirksamkeit von olfaktorischen Mitteln zur Vermeidung von Wildunfällen generell in Frage gestellt.

Ähnliche Versuche, mit insgesamt ähnlichen Ergebnissen führte CASTIOV (1999) in Kanada durch. Es wurden verschiedene, als Wild vertreibend beschriebene, kommerzielle Duftstoffe (ausschließlich Flächenvergrämungsmittel) sowie Hausmittel (bspw. Seifenstücke oder faule

Eier) hinsichtlich ihrer Wirkung auf Weißwedelhirsch, Wapiti und Elch untersucht. Eine vergrämende Wirkung konnte für keines der Mittel festgestellt werden.

Dagegen konnten BALCIAUSKAS & JASIULIONIS (2012) in Litauen zeigen, dass es möglich ist, mithilfe eines olfaktorischen Repellents Tiere von der Straße fernzuhalten. In einer Wildschutzzäunung wurde in fünf Lücken *Porocol* ausgebracht, weitere fünf Lücken wurden nicht behandelt. Über einen Zeitraum von sechs Monaten wurden die querenden Arten und die Häufigkeit der Querungen erfasst. Mit *Porocol* wurden 42 % weniger Querungen gezählt. Im Rahmen einer Anwendung zur Vermeidung von Wildunfällen muss jedoch bedacht werden, dass es sich bei diesem Mittel in erster Linie um ein Flächenvergrämungsmittel handelt, welches ursprünglich nicht für die Wildunfallprävention entwickelt wurde.

Ebenfalls zu einem positiven Ergebnis hinsichtlich der Vermeidung von Wildunfällen mit Geruchsstoffen kamen KUŠTA *et al.* (2015). In einem Vorher-Nachher-Vergleich von Wildunfällen entlang einer Landstraße und einer in wenigen hundert Metern parallel verlaufenden Bahnlinie in Böhmen (Tschechische Republik) konnte ein Rückgang der Zahlen getöteter Tiere festgestellt werden. Getestet wurden drei verschiedene Mittel: *Duftzaun*, *Hukinol* und *Kornitol*. Bei *Hukinol* und *Kornitol* handelt es sich wiederum um Mittel, die der flächenhaften Vergrämung von Wildtieren dienen sollen, um bspw. Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen zu vermeiden oder auch, um Geflügelbestände vor Raubwild zu schützen (KIEFERLE 2015a, KIEFERLE 2015b). Diese wurden in einem 3-wöchigen Rhythmus gewechselt, um Gewöhnungseffekte zu vermeiden. Im ersten Jahr der Untersuchung wurden für acht Monate die Totfunde (nicht nur Schalenwild) dokumentiert und die Erhebung in den zwei Folgejahren jeweils mit Vergrämungsmittel wiederholt. Entsprechend des Versuchsaufbaus wurden die Totfundzahlen insgesamt betrachtet und konnten nicht nach Duftstoff differenziert werden. Auch aufgrund der geringen Fundzahlen in den drei Jahren von sieben, sechs und vier Rehen sind allgemeine Aussagen kaum möglich.

In Norwegen wurden drei verschiedene Methoden (Duftstoff, (Ablenk-)Fütterung, Rodung) zur Vermeidung von Wildunfällen mit Elchen entlang einer Eisenbahnlinie auf ihre Wirksamkeit untersucht (ANDREASSEN *et al.* 2005). Dabei wurde der größte Rückgang im Unfallgeschehen an denen mit dem *Duftzaun* von Hagopur ausgestatteten Teilabschnitten festgestellt. Die Unfallzahlen aus zwei Wintern wurden mit den über insgesamt 18 Jahre entlang dieser Bahnstrecke gesammelten Unfallzahlen verglichen. In den Bereichen der zehn, jeweils 500 m langen Duftzäune gingen die Wildunfälle um durchschnittlich 85 % zurück. Allerdings zeigte sich zwischen den Abschnitten eine große Variation der Rückgänge, so dass die beobachteten Veränderungen statistisch nicht signifikant waren. Die Autoren gehen davon aus, dass sich die hohe Variation der Ergebnisse auf den kurzen Duftzaunabschnitten basiert. Sie kommen zu dem Schluss, dass der Einsatz des Duftzauns als Vermeidungsmaßnahme auf längeren Abschnitten oder auch in Kombination mit anderen Maßnahmen, wie der Rodung entlang der Strecken, sinnvoll sein kann. Bemerkenswert an dieser Studie ist Ausbringung der Duftzäune in den Wintermonaten während andere Untersuchungen von einer verminderten bis nicht vorhandenen Wirkung des Duftzaunes im Winter ausgehen (KUŠTA *et al.* 2005, RUZICKA 2001).

5.1.2. Wildwarnreflektoren

Wie bei den Duftstoffen, gibt es auch bei Wildwarnreflektoren kein einheitliches Bild der Ergebnisse bisheriger Untersuchungen. Zwar existiert eine Vielzahl von Studien zur Wirksamkeit solcher Reflektoren, welche aber nur eingeschränkt bis gar nicht auf reale Verhältnisse im (deutschen) Straßenverkehr übertragbar und damit für die Fragestellung nur begrenzt aussagekräftig sind.

Eine Ausnahme davon ist die Studie von STEINER (2011) aus Österreich. Auf einem umfangreichen Teststreckennetz wurden das Wildunfallgeschehen und die Wirkung von verschiedenen olfaktorischen (siehe oben), optischen, akustischen und kombinierten Wildwarnern sowie deren Kombination untersucht. Für die Auswertung standen 13 Strecken mit weißen sowie drei Strecken mit blauen *Swareflex*-Reflektoren zur Verfügung. Die Wildunfälle mit Rehen gingen auf diesen Strecken um 22 % bzw. 33 % zurück. Allgemeine Trends der Wildunfallzahlen als Grund für die Reduktion der Unfälle wurden ausgeschlossen. Der Vorher-Nachher-Vergleich beschränkte sich allerdings auf einen sehr kurzen Beobachtungszeitraum von jeweils einem Jahr.

Aus Deutschland sind bis dato drei Studien zu dem Thema bekannt:

BRIEGER (2015, siehe dazu auch SÜDWESTRUNDFUNK 2013) kam zu dem Schluss, dass eine unfallvermeidende Wirkung der blauen *Halbkreisreflektoren* (Anm.: der gleiche Reflektortyp, der in der vorliegenden Untersuchung verwendet wurde) bei Rehen fraglich sei. Grundlage der Studie war eine umfangreiche Untersuchung der Reaktion von Rehen auf die blauen Halbkreisreflektoren im Rahmen eines Gehegeversuchs, durch Telemetrie und nächtliche Beobachtungen von Rehen mittels einer Wärmebildkamera entlang einer Landstraße. Bei allen drei Versuchsteilen kam der Autor zu dem Ergebnis, dass die blauen Reflektoren zu keiner Verhaltensänderung führen. Diese Feststellung liefert einen wichtigen Hinweis auf die Wirkungsweise der Reflektoren. Auf deren Unwirksamkeit zur Wildunfallvermeidung kann daraus nicht geschlossen werden.

Grundlage für die Feststellung einer direkt dem optischen Reiz des Reflektors zurechenbaren Verhaltensweise wäre, dass die Reflektoren bei entsprechendem Lichteinfall eine durch Telemetrie oder direkte Beobachtung *erkennbare* deutliche Schreckreaktion oder ein Meideverhalten hervorrufen. Abgesehen von der grundsätzlich fehlenden Plausibilität einer solchen Reaktion (vgl. Kap. 3.2) konnte BRIEGER (2015) im Rahmen eines zusätzlichen Fütterungsversuchs zeigen, dass Licht „einen signifikanten Einfluss auf Rehe ausübt; die Hypothese, dass die Farbe Blau für Cerviden eine Warnfarbe darstellt, konnte nicht bestätigt werden“. Vor dem Hintergrund dieser Feststellung sind eindeutig erkennbare Reaktionen im Verhalten der Tiere kaum zu erwarten. Dies stellt jedoch eine Wirkung der Reflektoren grundsätzlich nicht in Frage. Ergebnis des Gehegeversuchs war, dass die Tiere „zwar auf die Lichtquelle mit verstärktem Sicherungsverhalten“ reagierten, der Reflektor jedoch „keinen additiven Effekt“ erzielte. Abgesehen von den grundsätzlichen Problemen von Gehegeversuchen (vgl. Kap.5.1, S. 47), kann die dynamische Reizkulisse an einer Straße im Gehege nicht nachgestellt werden. Aus der Freilandbeobachtung wurde der Schluss gezogen,

dass das Verhalten der Tiere nicht durch die Reflektoren sondern durch andere Faktoren, wie die Nähe zur Straße, beeinflusst wird (Anm.: und damit auch durch die Nähe zur Reizquelle Reflektor). Im Gehege wie im Freiland ist bei einer fehlenden direkten Schreckreaktion eine weitergehende, ausreichend differenzierte Interpretation der beobachteten Verhaltensweisen mit deren eindeutiger Zuordnung zu einem bestimmten Reiz nicht möglich.

Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die spezielle Situation bei der gleichzeitigen Annäherung eines Rehs an den Straßenkörper und eines beleuchteten Fahrzeugs auf der Straße. Das Reh ist hierbei einer komplexen Reizkulisse ausgesetzt mit einer dementsprechend vielschichtigen Wahrnehmung und Wertung der Gesamtsituation. Fehlt ein eindeutig erkennbares Meideverhalten ist es auch auf Basis der stetig zunehmenden Reizintensität und einiger kaum erfassbarer Einflüsse wie bspw. der Blendung durch das Scheinwerferlicht (vgl. Exkurs Sehvermögen von Schalenwild und Mensch) nicht möglich, einen zusätzlichen Einfluss der Reflektoren abzugrenzen. Gleichwohl kann dieser die Gesamtkulisse so verändern, dass ein direktes Zusammentreffen von Reh und Fahrzeug letztendlich verhindert wird.

VOSS (2007) kam in einer Studie im Oberbergischen Kreis (vgl. auch Kap. 5.1.1, S. 47) insgesamt zu dem Ergebnis, dass bei den von ihm getesteten Vermeidungsmaßnahmen keine Wirksamkeit hinsichtlich der Vermeidung von Wildunfällen nachweisbar war. Im Rahmen des Versuchs wurde ein 500 Meter langer Abschnitt einer Landstraße mit weißen WEGU-Reflektoren ausgestattet. Die Wildunfälle gingen von insgesamt 7 in den drei Vorjahren auf insgesamt 3 in den drei Untersuchungs Jahren mit Reflektor zurück. Der Autor selbst weist darauf hin, dass der Test allein schon aufgrund der jährlichen Schwankungen der Unfallzahlen keine allgemeingültigen Aussagen zur Wirksamkeit der Maßnahme zulässt. Dennoch wird gerade diese Studie häufig als Beleg für die Unwirksamkeit von Wildwarnreflektoren angeführt (BAKABA 2012a, 2012b, 2014).

SCHULZE & POLSTER (2016) untersuchten die Abstrahlungscharakteristik von Wildwarnreflektoren. Auf Basis lichttechnischer Reflexionsmessungen mit neun verschiedenen Wildwarnreflektoren kamen sie zu dem Ergebnis, dass von Wildwarnreflektoren allgemein keine ausreichende Abstrahlung ausgehe. Die in diesem Zusammenhang zentrale Frage nach der tatsächlichen Wahrnehmung der Abstrahlung durch das Wildes bleibt jedoch offen.

International stammen Untersuchungen zur Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren vor allem aus den Vereinigten Staaten von Amerika. Diese Studien untersuchten den dort weitverbreiteten *Swareflex*-Reflektor (Abb. 6-22) bzw. das überwiegend baugleiche amerikanische Pendant, *Strieter-Lite Wild Animal Highway Warning Reflector System* (Abb. 6-23). Einige weitere Studien stammen aus Kanada, Europa oder Australien. Bei diesen wurden überwiegend ebenfalls *Swareflex*- bzw. *Strieter-Lite*-Reflektoren untersucht (Tab. 5-1).

Die meisten Studien, zur Wirksamkeit dieser Wildwarnreflektoren, kamen zu negativen oder aber gemischten bzw. nicht eindeutigen Ergebnissen. In einigen Fällen wurde allerdings auch eine Wirksamkeit dieser Reflektoren festgestellt (Tab. 5-1). Studien zur Wirksamkeit des hier verwendeten blauen Halbkreisreflektors, eines ähnlichen blauen, retro-reflektierenden

Wildwarnreflektors⁴ oder anderer (blauer) Reflektoren neuerer Bauart⁵ finden sich international bislang nicht.

Die Unterschiede in den Versuchsdesigns sowie die Verwendung unterschiedlicher Reflektortypen und -farben machen die verschiedenen Studien nur eingeschränkt bis gar nicht vergleichbar. ROMIN & BISSONETTE (1996) wie auch DANIELSON & HUBBARD (1998) konstatierten, dass ein geringer Stichprobenumfang und mangelhafte statistische Designs es häufig erschweren, Schlussfolgerungen aus Studien zur Wirksamkeit von Reflektoren zu ziehen. SIELECKI (2001) bemängelt bei den meisten Reflektorstudien viel zu kurze Streckenabschnitte sowie zu geringe Wildunfallzahlen. Zu kurze Abschnitte ermöglichen eine Umgehung der Reflektoren und erschweren die genaue räumliche Verortung der Unfälle, wenn Tiere außerhalb der Reflektorstrecke gefunden werden. Als weitere mögliche Gründe für die unterschiedlichen Ergebnisse zur Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren, nennen HUIJSER *et al.* (2007) fehlerhafte Installation, mangelnde Wartung sowie das verminderte Farbsehvermögen von Schalenwild:

So wurden bei ARMSTRONG (1992) die Reflektoren entlang eines 4,1 km langen Straßenabschnittes nach innen, also zur Straßenmitte zeigend, angebracht, obwohl die empfohlene Anbringungsmethode nach außen zeigend ist.

UJVÁRI *et al.* (1998) testeten die Wirkung von Wildwarnreflektoren auf Damhirsche abseits von Straßen an einer Fütterung innerhalb eines Waldgebietes. Dabei wurden die Reflektoren in festen Zeitabständen angestrahlt, ohne andere im Straßenverkehr übliche Reize wie Bewegung oder Geräusch nachzustellen.

D'ANGELO *et al.* (2006) führten ihre Untersuchung in einem Wildschutzgebiet durch, in dem die vorkommende Weißwedelhirsche teilweise intensiv in Kontakt mit Menschen kommen und an diese gewöhnt sind. Die eingerichteten Teststrecken waren lediglich 183 Meter lang.

Bei WOODHAM (1991) wurden die Reflektoren in 14-tägigem Wechsel ab- und wieder aufgedeckt. Zu einem Ergebnis konnte er nicht kommen, da sich in dem 3-monatigen Untersuchungszeitraum im Herbst 1988 entlang der Teststrecke gar keine Wildunfälle ereigneten.

⁴ Bspw. Flex Wildwarner (CAVO SCHILDER 2016)

⁵ Bspw. Der General-Wildwarnreflektor (BEILHARZ 2016), Multi-Wildschutz-Warner (MOTZENER KUNSTSTOFF- UND GUMMIVERARBEITUNG GMBH 2016)

Tab. 5-1: Übersicht zu Studien über die Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren zur Vermeidung von Wildunfällen entlang von Straßen. Die Tabelle führt die im Rahmen der Literaturrecherche gefundenen Untersuchungen auf und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Nicht aufgeführt sind Untersuchungen entlang von Bahnrassen.

| Autor(en), Jahr d. Veröffentl. | Reflektortyp | Reflektorfarbe | Art des Versuch | Dauer der Überprüfung | Strecken (Anzahl, Länge ¹) | Wildart | Land ² | Wirksamkeit |
|--------------------------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---|---------------------------------------|-------------------|-----------------|
| ALBERTA TRANSP. 2009 | Strieter-Lite | ? | Feldversuch (Straße) | ? | ? | ? | CA-AB | Ja |
| ARMSTRONG 1992 | Swareflex | rot | Feldversuch (Straße) | 1 Jahr | 1 x 4,2 km | deer ³ | CA-ON | Nein |
| BARLOW 1997 | Swareflex | Rot | Feldversuch (Straße) | 2 x 9 Monate | 4 x 3 km | deer | CA-BC | Gemischt |
| BRIEGER 2015 | Halbkreisrefl. | blau | Gehegeversuch | | | Reh | DE | Nein |
| CHRISTENSEN 2016 | Strieter-Lite | rot | Feldversuch (Straße) | 5 Jahre | 2,24 km | Weißwedelhirsch, Maultierhirsch | US-MO | Nein |
| COTTRELL 2003 | Strieter-Lite | rot | Feldversuch (Straße) | 6-28 Monate | 10 (T) 10 (K) | | US-VA | Nein |
| CSERKÉSZ <i>et al.</i> 2012 | WEGU, Swareflex | weiß, ? | Feldversuch (Straße) | 2-4 Jahre | 11 | | HU | Nein |
| D'ANGELO <i>et al.</i> 2006 | Strieter-Lite | weiß, rot, blau-grün, orange | Feldversuch (Straße in Großgehege) | 4 x 15 Nächte | 2 x 183 m | Weißwedelhirsch | US-GA | Nein |
| EBA LTD. 2005 | Wildlife Reflectors | | Feldversuch (Straße) | | 6; 0,2-2,5 km | | CA-AB | Nein |
| FORD & VILLA 1993 | Swareflex | rot | Feldversuch (Straße) | 3 Jahre | 1 x 6,4 km | Maultierhirsch | US-CA | Nein |
| GLADFELTER 1984 | Swareflex, Bosch | rot | Feldversuch (Straße) | 3 Jahre | 5; 0,4 - 1,6 km | deer | US-IA | Gemischt |
| GRENIER 2002 | Strieter-Lite | | Feldversuch (Straße) | | 53, versch. Längen | deer | US | Ja |
| GULEN <i>et al.</i> 2006 | Strieter-Lite | rot, blau-grün | Feldversuch (Straße) | 5 ¼ Jahre | 32 x 1,6 km (T) 3 x 6,4 km (K) | deer | US-IN | Nicht eindeutig |
| HALL <i>et al.</i> 2012 | Strieter-Lite | | Feldversuch (Straße) | 3-5 Jahre | 5; 2,5 km, 5,12 km, 9,6 km, 5,3 km, 14,2 km | deer | US-WY | Nicht eindeutig |
| INGEBRIGTSEN & LUDWIG 1986 | Swareflex | rot | Feldversuch (Straße) | 3 Jahre | 1,6 km | Weißwedelhirsch | US-MI | Ja |
| LÜCK 1983 | Swareflex | rot | Feldversuch | | | Rothirsch | DE | Nein |
| OLBRICH 1984 | Bosch, WEGU | weiß | Feldversuch (Straße) | 1-2 Jahre | 4; 1,5, 5,8, 2,2, 1 km | Reh, Damhirsch | DE | Nicht eindeutig |
| PAFKO & KOVACH 1996 | Strieter-Lite | | Feldversuch (Straße) | | | Weißwedelhirsch | US-MI | Gemischt |
| RAMP & CROFT 2006 | Strieter-Lite | weiß, rot | Gehegeversuch | 1 ½ Monate | 140 m | Rotes Riesenmäntel, Rotnacktenwallaby | AU-NSW | Nein |
| REEVE & ANDERSON 1993 | Swareflex | rot | Feldversuch (Straße) | 3 Jahre | 1 x 3,2 km (T) 1 x 3,2 km (K) | Maultierhirsch | US-WY | Nein |
| ROGERS 2004 | Strieter-Lite | rot | Feldversuch (Straße) | 2 Jahre | 3 x 3,2 km (T) 3 x 3,2 km (K) | Weißwedelhirsch | US-MI | Nein |
| SCHAFFER & PENLAND 1985 | Swareflex | rot | Feldversuch (Straße) | 3 Jahre | 4; 0,72 - 1,1 km | Weißwedelhirsch | US-WA | Ja |
| SCHULZE & POLSTER 2016 | 9 verschiedene | blau, blau-grün, rot, metallisch | Laborversuch | - | - | - | DE | Nein |

Fortsetzung auf nächster Seite

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|---------------|-------------------------|------------------------|-----------|-----------------|-------|------|
| STEINER 2011 | Swareflex | blau, weiß | Feldversuch (Straße) | 1 Jahr | 3, 13 | Reh | AT | Ja |
| UJVÄRI <i>et al.</i> 1998 | WEGU | | Feldversuch (Wald) | 15 Nächte | Fütterung | Damhirsch | DK | Nein |
| Voss 2007 | WEGU | weiß | Feldversuch (Straße) | 3 Jahre | 1 x 500 m | Reh | DE | Nein |
| WARING <i>et al.</i> 1991 | Swareflex | rot | Feldversuch (Straße) | 14 Monate | 2 x 600 m | Weißwedelhirsch | US-IL | Nein |
| WOODHAM 1991 | Swareflex | rot | Feldversuch (Straße) | 3 Monate | 2 x 800 m | Maultierhirsch | US-CO | - |
| ZACKS 1985 | Swareflex | rot, weiß | Gehege- versuch | 18 Test- durchläufe | | Weißwedelhirsch | US | Nein |

¹ Zur einfacheren Vergleichbarkeit wurden in Meilen angegebene Streckenlängen umgerechnet und in Meter bzw. Kilometer angegeben.

² Länderabkürzung gem. ISO 3166

³ Im Englischen bezeichnet *deer* allgemein alle Hirsche. Je nach Land können damit Reh, Damhirsch, Weißwedelhirsch, Maultierhirsch, Wapiti oder auch Rothirsch gemeint sein. Im Amerikanischen werden in der Regel Weißwedel- und Schwarzwedelhirsche als (*white-tailed / black-tailed deer*) bezeichnet.

5.1.3. Andere Maßnahmen als Duftzaun und Reflektor

5.1.3.1. Warnschilder

Der Effekt von Warnschildern, insbesondere statischen, hinsichtlich der Vermeidung von Wildunfällen wird insgesamt als gering bis nicht vorhanden bewertet. So fanden bspw. GROOT BRUINDERINK & HAZEBROEK (1996) oder auch BLAMEY & BLAMEY (1990, zit. n. ELVIK *et al.* 2009) keine Belege für eine Wirkung von statischen Wildwarnschildern. STREIN *et al.* (2007) sprechen von einer offensichtlich geringen Wirksamkeit des Verkehrszeichens 142 (Wildwechsel) und empfehlen die Abschaffung, da es „praktisch keine Bedeutung als Warnung hat [...]“.

In einer 2006 veröffentlichten Befragung von über 1.400 Fahrzeugführern in Michigan (US) gaben zwar drei Viertel der Befragten an, langsamer und vorsichtiger zu fahren, wenn sie Hirsche (in diesem Fall Weißwedelhirsche) in Straßennähe sähen. Weniger als die Hälfte dieser Befragten gab jedoch an, in gleicher Weise auf Wildwarnschilder zu reagieren (RILEY & MARCOUX 2006).

Bereits zehn Jahre zuvor empfahlen HUGHES *et al.* (1996), Wildwarnschilder nur an Straßenabschnitten aufzustellen, entlang derer aus der Vergangenheit ausgesprochen hohe Wildunfallzahlen bekannt seien. Der sparsame Einsatz der Schilder könnte dazu führen, dass Fahrzeugführer diese als sinnvolle Warnung aufnahmen. Dagegen könnte eine allzu großzügige Verbreitung zur Folge gehabt haben, dass die Warnungen nicht mehr ernst genommen würden.

PUTMAN (1997) stellte die langfristige Wirkung von Wildwechselschildern in Frage, da Verkehrsteilnehmer sich leicht an diese gewöhnten. DANIELSON & HUBBARD (1998), CURTIS & HEDLUND (2005) oder auch KRISP & DUROT (2007) äußerten sich ähnlich und halten es für möglich, dass die Schilder ignoriert werden, da sie zu häufig dort aufgestellt seien, wo Wild nur gelegentlich vorkommt. STAINES *et al.* (2001, zit. n. PUTMAN *et al.* 2004) kamen zu dem Schluss, dass Warnschilder an sich nicht grundsätzlich wirksam seien, da sich die Fahrer an

diese gewöhnten, wenn die Erfahrung eines Wildunfalls oder Beinahe-Unfalls nicht selbst gemacht würde. Dennoch halten BLAMEY & BLAMEY (1990, zit. n. PUTMAN 1997) solche Schilder aufgrund der vergleichsweise niedrigen Kosten für einen wichtigen Bestandteil der Unfallvermeidung.

Ein positiver Effekt von neu aufgestellten Warnschildern wurde von FOUND & BOYCE (2011) in Kanada festgestellt. Von 26 Strecken mit hohem Wildunfallaufkommen und ohne vorhandene Warnbeschilderung wurden an 13 zufällig ausgewählten Strecken Warnschilder neu aufgestellt. Im Vergleich zu einem 3-Jahreszeitraum vor der Aufstellung ereigneten sich im ersten Jahr danach mit statistischer Signifikanz weniger Wildunfälle in den beschilderten Abschnitten. Außerdem lag die Wildunfallzahl auf den Teststrecken unter denen der 13 nicht beschilderten Kontrollstrecken. Dies zeigt nach Meinung der Autoren, dass Warnschilder zumindest kurzzeitig zur Wildunfallvermeidung beitragen können.

Dass zeitlich begrenzte Warnungen durch Schilder Wildunfälle verringern können, fanden SULLIVAN *et al.* (2004) heraus. Entlang von Highways in Utah, Nevada und Idaho (US) wurden an fünf Abschnitten mit hohem Wildunfallaufkommen Wildwechsel-Warnschilder neu aufgestellt. Zusätzlich zum eigentlichen Schild waren gelbe Blinklichter sowie orangene Flaggen angebracht. Die Schilder waren nur zeitlich begrenzt für ein bis zwei Monate im Frühjahr und im Herbst bzw. Winter sichtbar. Im Vergleich zu entsprechenden Vorjahreszeiträumen wurde insgesamt ein Rückgang der Wildunfälle um rund 50 Prozent festgestellt. Außerdem gingen die Fahrzeuggeschwindigkeiten deutlich zurück. Dieser Effekt war jedoch im ersten Jahr nach Aufstellung der Schilder am größten und schwächte sich dann ab, was wiederum auf einen Gewöhnungseffekt schließen lässt.

BOND & JONES (2013) untersuchten in einer Umfrage, wie Fahrzeugführer auf verschiedene Warnschilder reagieren und welcher Schildertyp am ehesten geeignet erscheint, eine entsprechende Reaktion beim Fahrer auszulösen. Von acht zur Auswahl stehenden, kam das klassische, statische Schild lediglich auf Platz 6. Mehr als 75 % der Teilnehmer gaben an, dass sie wahrscheinlicher auf eine Warnung vor Wild reagierten, wenn diese mit laufend aktualisierten Unfallzahlen für einen vorausgehenden Zeitraum kombiniert wären.

KRISP & DUROT (2007) empfahlen die Aufstellung von Warnschildern nicht allein auf die Zahl der Wildunfälle bzw. der Funde von Verkehrsfallwild vergangener Jahre zu stützen. Die Standortwahl sollte idealerweise auf der Anzahl der wechselnden Tiere basieren, auch wenn diese schwierig zu bestimmen sei.

5.1.3.2. Ereignisgesteuerte Warnungen / Wildwarnanlagen

Vielversprechender als klassische statische Schilder, scheinen ereignisgesteuerte Warnungen zu sein. Eine Warnung des Verkehrs erfolgt dann nur, wenn Wildtiere sich tatsächlich in Straßennähe befinden.

In einem experimentellen Fahrsimulator-Versuch kamen HAMMOND & WADE (2004) zu dem Ergebnis, dass die Kombination aus Warnschild und einer aktivierten Rundumleuchte zu einer

Verringerung der Fahrgeschwindigkeiten führte. Die Rundumleuchte wurde nur aktiviert, wenn sich Wild in Straßennähe befand.

GRACE *et al.* (2015) untersuchten (ebenfalls in einem Fahrsimulator) verschiedene Schildervarianten für eine bereits bestehende Warnanlage in Florida. Das *Roadside Animal Detection System (RADS)* besteht aus statischen Schildern und Blinklichtern, welche aktiviert werden, wenn sich Wild in Nähe der Straße befindet. Im Versuch wurden den Probanden keine Warnung oder ein Warnschild mit Text bzw. mit einem Piktogramm gezeigt. Im Versuchsverlauf kreuzte ein Weißwedelhirsch den Highway. Unabhängig davon, ob die Warnung auf den Schildern in Text- oder in Bildform erfolgte, zeigten sich statistisch signifikant niedrigere Unfallhäufigkeiten im Vergleich zu den Fällen ohne Warnungen. Außerdem zeigten sich statistisch signifikant niedrigere Geschwindigkeiten bei aktivierter Warnung. In der Untersuchung einer Wildwarnanlage in Wyoming (US) kamen GORDON *et al.* (2004) zu dem Schluss, dass solche Anlage geeignet sein können, Wildunfälle zu vermeiden. Untersucht wurde die Veränderung der Fahrzeuggeschwindigkeiten bei aktiver Warnung (statische Warnschilder mit Blinklichtern) gegenüber keiner Warnung. Die Geschwindigkeiten waren bei aktivierter Warnung statistisch signifikant langsamer. Zu den Arbeiten von GRACE *et al.* (2015) und GORDON *et al.* (2004) passen die ebenfalls positiven Ergebnissen der Betrachtung von Wildwarnanlagen in Baden-Württemberg durch STREIN *et al.* (2008) und des eigenen betriebsbegleitenden Monitorings von zwei Wildwarnanlagen in Schleswig-Holstein (TROTHE *et al.* 2014).

Ein anderer Mechanismus der Warnung wurde in Schottland durch DONALD (2010) untersucht. Entlang von drei überregionalen Landstraßen wurden LED-Warnschilder aufgestellt die durch Fahrzeuggeschwindigkeiten von mehr als 50 mph (≈ 80 km/h) aktiviert wurden. Insgesamt konnten ein Rückgang der Fahrzeuggeschwindigkeiten und eine geringere Anzahl von Totfunden von Rothirsch, Sikahirsch und Reh entlang der Streckenabschnitte festgestellt werden.

5.1.3.3. Freischneiden / Auflichten der Ränder

Ein breit angelegter, offener Randstreifen neben der Straße kann es sowohl Fahrzeugführern als auch Wildtieren erlauben, die herannahende Gefahrenquelle frühzeitig wahrzunehmen. Dies bietet die Möglichkeit, das eigene Verhalten entsprechend anzupassen (bewusst oder unbewusst) und so einen Zusammenstoß zu vermeiden.

Mehrere Untersuchungen kamen zu dem Ergebnis, dass das Entfernen von Vegetation bis hin zur streifenweisen Rodung von Wald entlang von Straßen und Bahntrassen zu einer Verringerung des Wildunfallaufkommens bzw. -risikos führen kann (FOUND & BOYCE 2011, ROMIN & BISSONETTE 1996, POKORNY 2006). In Norwegen führte ein 20-30 Meter breiter geräumter Streifen neben Bahntrassen zu einer Verringerung der Unfälle zwischen Zügen und Elchen um 50 Prozent (JAREN *et al.* 1991). In diesen Zusammenhang passen auch die Ergebnisse von FINDER *et al.* (1999). Sie kamen zu dem Ergebnis, dass der Abstand zwischen

Straße und Waldrand der landschaftscharakteristisch wichtigste Faktor im Wildunfallgeschehen war.

Mit solchen Maßnahmen können jedoch auch negative Effekte einhergehen. Durch das Freischneiden bzw. Roden kann unter Umständen erst eine besondere Attraktivität durch Nahrung geschaffen werden (JÄGERBRAND *et al.* 2011, REA 2003). REA *et al.* (2010) fanden heraus, dass Elche sich bevorzugt dort aufhielten, wo Triebe von Bäumen oberhalb des Schnees auch im Winter noch erreichbar waren. Eine besondere Attraktivität hatten daneben vor allem die erneuten Austriebe von im August und September geschnitten Pflanzen. Daraus wurde die Empfehlung abgeleitet, die Schnittmaßnahmen bis spätestens Juli abgeschlossen zu haben.

Trotz der positiven Ergebnisse durch das Räumen der Seitenstreifen, weisen JAREN *et al.* (1991) und FOUND & BOYCE (2011) auf die Wichtigkeit der dauerhaften Entfernung von Vegetation hin, um nicht attraktive Nahrungsplätze zu schaffen. REA *et al.* (2013) stellten enge Zusammenhänge zwischen der Anzahl von Wildunfällen und dem Anteil als Nahrung attraktiver Vegetation am Straßenrand fest. PUTMAN (1997) und GROOT BRUINDERINK & HAZEBROEK (1996) empfehlen allgemein, attraktive Nahrung in Straßennähe zu entfernen.

SEILER *et al.* (2011) beobachteten, das Kahlschläge in der Nähe von Eisenbahntrassen mit einer Zunahme der Wildunfälle mit Rehen und Elchen einhergingen. ERIKSSON (2014) dagegen konnte weder einen positive noch einen negativen Einfluss der Rodung entlang von Bahnstrecken auf das Risiko eines Wildunfalls zwischen Zügen und Elchen bzw. Rehen feststellen. Die Autorin benennt jedoch methodische Probleme, die zu einer Unterschätzung der zu erwartenden Unfallhäufigkeit und damit zu einer Überschätzung des Risikos geführt haben können.

5.1.3.4. Geräusch / akustische Warner

Akustische Wildwarner (Abb. 6-24) können ortsfest oder aber durch Anbringung am Fahrzeug mobil eingesetzt werden. Bei den ortsfesten Varianten ist die Anbringung an Leitpfosten in Kombination mit Wildwarnreflektoren gebräuchlich. Andere, wesentlich größere, Systeme werden dauerhaft neben den betroffenen Streckenabschnitten errichtet (Abb. 6-24 A). Die ortsfesten akustischen Warner benötigen eine wieder aufladbare Batterie als Stromquelle oder werden an ein vorhandenes Stromnetz angeschlossen. Die am Fahrzeug montierbaren Warner benötigen zur Geräuscherzeugung den Luftdruck des Fahrtwindes.

Zu akustischen Warnern lassen sich nur wenige Untersuchungen finden. Zu den Problemen der Untersuchungszeit und des Stichprobenumfangs (s. o.) kommen die erheblichen Unterschiede in der Bauart hinzu. Deshalb ist eine zusammenfassende Bewertung dieser Produktgruppe nicht möglich.

In Polen wurde von BABIŃSKA-WERKA *et al.* (2015) ein neues ortsfestes akustisches Warnsystem zur Vermeidung von Wildunfällen im Bahnverkehr getestet. Das *UOZ-1* (Abb. 6-24 A) sendet bei herannahenden Zügen natürliche Töne, wie bspw. Hundegebell aus. BABIŃSKA-WERKA *et al.* (2015) kamen zu dem Ergebnis, dass Rehe bei aktiviertem *UOZ-1* in

85 Prozent der Fälle auf die Geräusche mit Flucht reagierten, wobei die Reaktion auf den näherkommenden Zug durchschnittlich 20 Sekunden schneller erfolgte. Eine Gewöhnung an die Beschallung wurde nicht festgestellt.

Die Effektivität des akustischen Wildwarners AWIWA (Fa. GFT GmbH) zur Anbringung an Leitpfosten wurde von MOSER (2007) untersucht. In einer Vorher-Nachher-Auswertung von Wildunfällen aus acht Jahren (3 ohne, 5 mit akustischen Wildwarnern) stellte MOSER (2007) einen durchschnittlichen Rückgang der Wildunfälle um fast 94 Prozent, ohne Gewöhnungseffekt fest. STEINER (2011) kam ebenfalls zu positiven Ergebnissen beim Einsatz von optisch-akustischen sowie rein akustischen Wildwarnern. Nach einem Jahr mit diesen Warnern wurde gegenüber dem Vorjahr ein Rückgang der Wildunfälle mit Rehen um 42 % festgestellt.

UJVÁRI *et al.* (2004) untersuchten die Reaktion von Damhirschen auf Geräusche von zwei verschiedenen akustischen Straßenmarkierungen (NCC Roads „longflex“ und „sposflex“). Sie kamen zu dem Ergebnis, dass diese Straßenmarkierungen nicht geeignet wären, um Wildunfälle zu vermeiden. Das gewählte Vorgehen wirft jedoch Fragen nach der Aussagekraft der Ergebnisse auf. Die Untersuchung wurde (wie auch bei UJVÁRI *et al.* 1998, vgl. Kap.5.1.2) an einer entlegenen Fütterung in einem Wald durchgeführt und schloss somit alle übrigen, mit dem Straßenverkehr zusammenhängenden Reize aus.

Weitgehend übereinstimmend als unwirksam werden Ultraschall-Wildwarner („*deer whistle*“) beschrieben. Diese kleinen Pfeifen (Abb. 6-24 C) werden in der Regel mit Klebestreifen im Bereich der Stoßstange oder des Kühlergrills angebracht. Sie sollen durch hochfrequente Töne Wildtiere bis in eine Entfernung von mehreren hundert Metern in Fahrtrichtung verscheuchen. Entgegen einiger weniger positiver Erfahrungsberichte kamen methodisch belastbare wissenschaftliche Studien zu dem Ergebnis, dass von diesen Pfeifen keine Wirkung ausgeht. Der von den *deer whistles* ausgesendete Schall wird weitgehend vom Fahrgeräusch übertönt, zudem liegen die Frequenzen der meisten Produkte außerhalb des Hörbereichs der Tiere (DVCIC 2004b, VALITZSKI *et al.* 2007, SCHEIFELE *et al.* 2003, HEDLUND *et al.* 2003, SUDHARSAN & STREFF 2001). GILSDORF *et al.* (2003) und BOMFORD & O'BRIEN (1990) kamen zu dem Ergebnis, dass akustische Geräte im Ultraschallbereich grundsätzlich unwirksam sind, um Tiere zu vertreiben und die gemachten Versprechungen nicht halten können.

5.2. Beeinflussende Faktoren

Wildunfälle werden als zeitlich und räumlich genau definiertes Zusammentreffen von Fahrzeug und Wildtier von vielen technischen und natürlichen Faktoren beeinflusst. Einige von diesen werden im Folgenden erörtert. Insgesamt werden Verkehr und Wilddichte als die wichtigsten Faktoren bewertet, welche die Wildunfallhäufigkeit beeinflussen.

CLEVENGER *et al.* (2015) sprechen sich gegen eine Verallgemeinerung bei der Übertragung von Erkenntnissen hinsichtlich der beeinflussenden Faktoren aus anderen Studien aus. In einer 11.400 km² großen Region in den kanadischen Rocky Mountains, unterteilt in fünf

Untersuchungsgebiete, fanden sie heraus, dass erklärende Variablen auf lokaler Ebene nicht überall gleichermaßen Einfluss auf das Wildunfallgeschehen ausüben. Um möglichst genaue Aussagen bzw. Vorhersagen zum Wildunfallgeschehen treffen zu können, sind Datenaufnahmen aus der jeweiligen Region nötig, so die Autoren. Im Bundesstaat Michigan (US) stellten SUDHARSAN *et al.* (2005) zwischen drei Ökoregionen ebenfalls unterschiedlich ausgeprägte Effekte der gleichen Faktoren fest. Die Größe der drei untersuchten Regionen lag hier allerdings jeweils bei über 40.000 km² (zum Vergleich: Schleswig-Holstein: 15.763 km², Niedersachsen: 47.618 km²). Zudem besteht ein deutlicher Gradient von weit überwiegender Landwirtschaft im Süden bis hin zu großen Waldflächen im Norden (MSU 2016).

5.2.1. Zeitliche Aspekte

5.2.1.1. Jahreszeit

Reh (Capreolus capreolus)

In der Auswertungen von 12.133 Wildunfällen in Nordrhein-Westfalen aus dem Jahr 1989 stellte HARTWIG (1991) die meisten Wildunfälle mit Rehen im Mai fest. Weiterhin gab es eine Unfallzunahme zur Paarungszeit im Juli, die allerdings deutlich unter den Zahlen der Monate April und Mai lag. In der Gesamtbetrachtung von 467 Wildunfällen aus dem Jahr 1991, ebenfalls in Nordrhein-Westfalen, stellte er keine Zusammenhänge zwischen dem Wildunfallaufkommen und der Paarungszeiten von Rehen fest. Die meisten Wildunfälle wurden im Mai und im November dokumentiert (HARTWIG 1993).

VOSS (2007) stellte für den Oberbergischen Kreis (südliches Nordrhein-Westfalen) die meisten Wildunfälle in den Monaten Mai, Oktober und November fest. Insgesamt kam er zu dem Ergebnis, dass sich Mahnungen zur Vorsicht vor Wildunfällen im Frühjahr und im Herbst nicht belegen lassen. Mit 80 % hatten Rehe dort den größten Anteil am Unfallgeschehen, gefolgt von Wildschweinen mit knapp 10 Prozent. Andere Schalenwildarten kamen nicht vor.

In Dänemark fanden MADSEN *et al.* (2002) bei 115 Wildunfällen mit Rehen in den Jahren von 1956 bis 1985 signifikante Unterschiede zwischen den Jahreszeiten, wobei sich insgesamt die meisten Unfälle im Herbst ereigneten. Adulte Böcke wurden vor allem während der Paarungszeit im Juli und August Opfer des Straßenverkehrs. KRÖSCHEL (2015) dokumentierte in einem Untersuchungsgebiet in Baden-Württemberg für den Zeitraum von 2010 bis 2014 insgesamt 144 Wildunfälle mit Rehen, davon die meisten im Mai und vor allem im November. Ein Anstieg zur Paarungszeit im Juli und August war nicht vorhanden.

In einer Auswertung von über 340.000 Wildunfällen in Bayern zwischen 2002 und 2011 beschrieben HOTHORN *et al.* (2015) die Zeit von Mitte Juli bis Mitte August sowie das Frühjahr, insbesondere April und Mai, als Zeiträume erhöhten Wildunfallaufkommens. Zu einem gleichen Ergebnis kamen ZUBEROGOITIA *et al.* (2015) in Galizien. Für Kroatien fanden SPREM *et al.* (2013) die höchsten Wildunfallzahlen ebenfalls im April und Mai.

STEINER *et al.* (2014) fanden in einer Literaturlauswertung eine weite Übereinstimmung hoher Wildunfallzahlen mit Rehen im April und Mai. Insgesamt nimmt das Wildunfallgeschehen bis September ab und steigt im Herbst bis zum Winteranfang wieder leicht an. Diese Verteilung entspricht im Wesentlichen der in der vorliegenden Untersuchung anhand der Daten des WTK-SH festgestellten Verteilung der Reh-Wildunfälle in Schleswig-Holstein.

Einigkeit besteht demnach über eine erhöhte Zahl von Wildunfällen mit Rehen im Frühjahr. Ein erhöhtes Unfallrisiko während der Paarungszeit, wie es bspw. JEPPESEN (1989) für Dänemark, LAGOS *et al.* (2012) und RODRÍGUEZ-MORALES *et al.* (2013) für Spanien, aber auch HOTHORN *et al.* (2015) für Deutschland (Bayern) fanden, wird dagegen nicht einheitlich beschrieben. Für Schottland fanden LANGBEIN & PUTMAN (2006) zwar ebenfalls einen Höhepunkt der Reh-Wildunfälle im Mai, danach gehen die Unfallzahlen jedoch bis September kontinuierlich zurück und steigen dann im Oktober und November wieder an. MADSEN *et al.* (2002) konnten ebenfalls keinen Höhepunkt im Sommer, dafür aber im Oktober feststellen. HOTHORN *et al.* (2015) nennen dafür winterliche Bedingungen als möglichen Grund, was jedoch den Ergebnissen von JEPPESEN (1989) widerspricht. Auch MORELLE *et al.* (2013) fanden in Belgien die meisten Reh-Wildunfälle im April und Mai sowie im Oktober und November. In Slovenien stellte POKORNY (2006) die meisten Wildunfälle im April und Mai fest, gefolgt von einem etwas niedrigeren, jedoch insgesamt hohen Unfallrisiko bis zum Dezember.

Rothirsch und Damhirsch (Cervus elaphus & Dama dama)

Für Rothirsche und Damhirsche sind vergleichsweise wenige Untersuchungen vorhanden. Für diese beiden Arten sind zwei Schwerpunkte in der jahreszeitlichen Verteilung des Wildunfallgeschehens beschrieben: das Frühjahr und der Herbst.

In Slovenien fand POKORNY (2006) die meisten Unfälle mit Rothirschen zwischen September und Dezember, mit einem Höhepunkt im Oktober. LANGBEIN & PUTMAN (2006) ermittelten die meisten Wildunfälle von Oktober bis Januar. GROOT BRUINDERINK & HAZEBROEK (1996) stellten zusätzlich zur Paarungszeit im Oktober eine erhöhte Anzahl von Wildunfällen im Frühjahr fest, zur Zeit der Abwanderung subadulter Tiere. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen MORELLE *et al.* (2013), mit erhöhten Unfallzahlen im April und Mai sowie von September bis November. In Norwegen dagegen ereigneten sich nach MYSTERUD (2004) Wildunfälle mit Rothirschen vermehrt lediglich im Frühjahr. Ein Effekt der übrigen Jahreszeiten wurde nicht festgestellt. Für Spanien fanden DIAZ-VARELA *et al.* (2011) die meisten Wildunfälle mit Rothirschen im Frühjahr und Sommer.

In der Gesamtbetrachtung von 467 Wildunfällen in Nordrhein-Westfalen fand HARTWIG (1993) keine Zusammenhänge zwischen der Paarungszeit von Rothirschen und der Wildunfallhäufigkeit mit diesen. Allerdings wurde in der Auswertung nicht nach Wildarten differenziert. Da das Reh auch in Nordrhein-Westfalen die am häufigsten vorkommende Schalenwildart ist (LBWH 2009, 2011, MKULNV 2015) und somit auch das Wildunfallgeschehen insgesamt beeinflusst sowie aufgrund der insgesamt geringen Anzahl Wildunfälle überrascht dieses Ergebnis nicht.

Für Damhirsche wurden die meisten Wildunfällen im Herbst (BLAMEY & BLAMEY 1990, zit. n. PUTMAN 1997) sowie zwischen Februar und April (LANGBEIN 1985, zit. n. PUTMAN 1997) festgestellt.

Wildschwein (Sus scrofa)

THURFJELL *et al.* (2015) fanden in Schweden die meisten Wildunfälle mit Wildschweinen zwischen Oktober und Januar mit einem Höhepunkt im Dezember. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch DIAZ-VARELA *et al.* (2011), LAGOS *et al.* (2012) und RODRIGUEZ-MORALES *et al.* (2013) in Spanien und MORELLE *et al.* (2013) in Belgien.

Andere

Mit den jahreszeitlichen Einflüssen auf Wildunfälle mit Weißwedel- und Maultierhirschen, Wapitis und Elchen befassen sich zahlreiche Studien aus Nordamerika, Kanada und Skandinavien (Weißwedel- / Maultierhirsch: MYERS *et al.* 2008, GROVENBURG *et al.* 2008, RAMAKRISHNAN *et al.* 2005, TAPPE 2005, SCHWABE *et al.* 2000, CHRISTIE & NASON 2003, HINDELANG *et al.* 1999, GLEASON & JENKS 1993, KHATTAK 2002; Wapiti: GUNSON *et al.* 2003, DODD *et al.* 2005, MYERS *et al.* 2008; Elche: DANKS & PORTER 2010, CHRISTIE & NASON 2003, JOYCE & MAHONEY 2001, NEUMANN *et al.* 2012, GARRETT & CONWAY 1999, HUSEBY 2013, NIEMI 2016).

5.2.1.2. Tageszeit

Übereinstimmend zeigt sich für Rehe und die verschiedenen Hirscharten ein dämmerungsabhängiges Muster mit hohen Aktivitäten nach Sonnenuntergang und rund um den Sonnenaufgang (bspw. HOTHORN *et al.* 2015, MORELLE *et al.* 2013, HAIKONEN & SUMMALA 2001, PUTMAN 1997, RODRÍGUEZ-MORALES *et al.* 2013, POKORNY 2006, MARCOUX *et al.* 2005, HINDELANG *et al.* 1999). Diese Schwerpunktbildung ergibt sich aus den Aktivitätsrythmen des Wildes (KROP-BENESCH *et al.* 2013, STACHE *et al.* 2013, ENSING *et al.* 2014, NAHLIK *et al.* 2009).

5.2.1.3. Wochentage

In den Auswertungen von Wildunfällen in Nordrhein-Westfalen stellte HARTWIG (1991, 1993) die meisten Wildunfälle an Samstagen und Sonntagen fest. Als mögliche Gründe wurden höhere Geschwindigkeiten (HARTWIG 1991) sowie viele „Sonntagsfahrer“ [sic] und die Störung des Wildes durch Spaziergänger im Wald (HARTWIG 1993) genannt. Belege dafür wurden nicht angeführt.

Zu einem gegenteiligen Ergebnis kamen HOTHORN *et al.* (2015). In der Auswertung von Wildunfällen in Bayern aus den Jahren von 2002 bis 2011 stellten sie fest, dass sich an Wochenenden weniger Wildunfälle ereigneten als an den übrigen Tagen.

MARCOUX *et al.* (2005) sowie MYERS *et al.* (2008) fanden dagegen keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Wochenenden und dem Rest der Woche.

5.2.1.4. Mond

Einige wenige Studien untersuchten ebenfalls den Einfluss des Mondes. Dabei kam es bisher nicht zu übereinstimmenden Ergebnissen.

COLINO-RABANAL *et al.* (2014) kamen zu dem Ergebnis, dass Wildunfälle mit Rehen, Rothirschen und Wildschweinen in Spanien sowie mit Weißwedelhirschen in Amerika (Bundesstaat New York) bei Vollmond häufiger auftreten als in den übrigen drei Mondphasen. Die Häufigkeit von Wildunfällen mit Rehen lag in der Vollmondphase 71,3 % über der Häufigkeit während der Neumondphase. GUNDERSEN & ANDREASSEN 1998 fanden eine 1,3-mal höhere Wahrscheinlichkeit von Wildunfällen zwischen Elchen und Zügen in Vollmondnächten als in Nächten mit Halb- oder Neumond. MULLER *et al.* (2014) stellten dagegen bei Weißwedelhirschen in Tennessee (US) keinen Effekt der Mondphasen auf die Häufigkeit von Wildunfällen fest.

5.2.2. Verkehr

Hohe Fahrzeuggeschwindigkeiten und hohes Verkehrsaufkommen werden häufig mit hohen Wildunfallzahlen in Verbindung gebracht. Wie u. a. MULLER *et al.* (2014), SULLIVAN (2009) oder MYERS *et al.* (2008) kamen auch MARCOUX *et al.* (2005), NG *et al.* (2008), MEISINGSET *et al.* (2014) und VALERO *et al.* (2015) zu dem Ergebnis, dass eine höhere zulässige Höchstgeschwindigkeit zu mehr Wildunfällen führt. Nach MEISINGSET *et al.* (2014) ist bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h das relative Risiko für einen Wildunfall mit Rothirschen um das 8,6-fache höher als bei 50 km/h. MARCOUX *et al.* (2005) fanden das größte Risiko für einen Wildunfall auf Straßen mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung zwischen 45 und 70 mph (72-112 km/h). Bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 55-60 mph (88-96 km/h) ist das Risiko 13-mal höher als bei 35-50 mph (56-80 km/h). Das niedrigste Risiko wurde bei Geschwindigkeitsbeschränkungen von weniger als 40 mph (64 km/h) festgestellt.

Im Yellowstone Nationalpark (Wyoming, US) fanden GUNTHER *et al.* (1998) einen Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit und der Wildunfallwahrscheinlichkeit (1989-1996, 939 WU). Statistisch signifikant mehr Wildunfälle als erwartet ($p < 0,1$) ereigneten sich in Abschnitten mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 55 mph (≈ 88 km/h) und entsprechend weniger in Abschnitten mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 45 mph (≈ 72 km/h) oder weniger. Zusätzlich stellten sie fest, dass die tatsächlichen Geschwindigkeiten in den Abschnitten mit einer 55 mph-Beschränkung durchschnittlich zwischen 9 und 16 mph (≈ 14 -26 km/h) über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit lagen. In den Abschnitten mit einer 35 bzw. 45 mph-Beschränkung wurde dagegen nur maximal 3 mph (≈ 5 km/h) schneller als erlaubt gefahren. Die Wildunfälle im Nationalpark ereigneten sich wesentlich häufiger auf geraden, breiteren Straßen, auf denen – unabhängig von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit – schneller gefahren wurde, als auf schmalere Straßen mit der gleichen

Geschwindigkeitsbeschränkung. Sie folgern, dass die zwar Fahrzeuggeschwindigkeit der Hauptfaktor für die Wildunfälle ist, dass aber die Geschwindigkeit mehr von den Straßenverhältnissen als von der maximal erlaubten Geschwindigkeit beeinflusst wird. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam SEILER (2005). In Schweden fand er statistisch signifikant mehr Wildunfälle entlang von Straßenabschnitten mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h als gegenüber 70 oder 50 km/h. Im Jasper Nationalpark (Kanada) führte die Absenkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h auf 70 km/h zu statistisch signifikant weniger Wildunfällen mit Wapitis. Bei Dickhornschafen (*Ovis canadensis*) zeigte sich kein entsprechender Effekt, was auf das unterschiedliche Verhalten der Schafe im Straßenverkehr zurückgeführt wurde. Entgegen den Wapitis verblieben die Dickhornschafe auch während vorbeifahrender Fahrzeuge auf der Straße (BERTWISTLE 1999).

BISSONETTE & KASSAR (2008) dagegen fanden in ihrer Untersuchung von Wildunfällen entlang von vier ausgewählten Highways in Utah keine statistischen Zusammenhänge zwischen der Wildunfallzahl und der (beschilderten) zulässigen Höchstgeschwindigkeit bzw. der jährlichen durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke.

Zwischen der Höhe des Verkehrsaufkommens und der Zahl von Wildunfällen mit Rehen konnten MADSEN *et al.* (2002) keinen Zusammenhang feststellen. Zwar verdoppelte sich das Gesamtverkehrsaufkommen auf den beiden betrachteten Straßen innerhalb von 20 Jahren (1965: 5.200 Fz/24 Std, 1984: 11.832 Fz/24 Std), es zeigte sich jedoch keine statistisch signifikante Korrelation mit den Wildunfallzahlen. Daraus leiteten die Autoren ab, dass eine hohe durchschnittliche Tagesverkehrsstärke nicht die alleinige Ursache für eine hohe Zahl von Wildunfällen sein kann.

Die überwiegende Zahl an Untersuchungen belegt jedoch, dass ein erhöhtes Verkehrsaufkommen zu mehr Wildunfällen führt (ZUBEROGOITIA *et al.* 2015, MULLER *et al.* 2014, HANSEN *et al.* 2012, HUSEBY 2013, ROMIN & BISSONETTE 1996). LITVAITIS & TASH (2008), SEILER (2005), VALERO *et al.* (2015) und FINDER (1998) kamen zu dem Schluss, dass das Verkehrsaufkommen eine der wichtigsten erklärenden Variablen des Wildunfallgeschehens ist. Für Finnland geht NIEMI (2016) davon aus, dass eine Zunahme des Verkehrsaufkommens zu einer proportionalen Zunahme der Wildunfälle mit Elchen führt. Auch SEILER (2004) geht von einem entsprechenden Einfluss des Verkehrsaufkommens aus. In einer Zeitreihe von 1970 bis 1999 zeigten sich enge Zusammenhänge zwischen der Wildunfallhäufigkeit und Höhe der Jagdstrecke (vgl. Kap. 5.2.3) sowie vor allem dem Verkehrsaufkommen. ERIKSSON (2014) führt die Zunahme von Wildunfällen mit Rehen und Elchen trotz sinkender bzw. gleichbleibender Jagdstrecke auf eine entsprechende Zunahme der Verkehrsstärken zurück.

HOTHORN *et al.* (2015) stellten für Wochenenden einen positiven Zusammenhang zwischen einem geringeren Verkehrsaufkommen und niedrigeren Wildunfallzahlen fest. An Samstagen und Sonntagen lag sowohl das Verkehrsaufkommen als auch das Wildunfallaufkommen unter den Werten für Montage bis Freitage. Allerdings stellten sie für die Wochenenden eine Zunahme von Verkehrsunfällen ohne Wildbeteiligung fest. Dies wird mit einem höheren Anteil von „nächtlichem Hochrisikoverkehr“ begründet.

5.2.3. Bestandsgröße

Viele Studien fanden positive Zusammenhänge zwischen der Höhe eines Wildbestandes und der Wildunfallhäufigkeit. Nach SEILER (2003, 2004), ROLANDSEN *et al.* (2011) und FINDER (1998) ist ein hoher Wildbestand einer der maßgeblichen Faktoren für ein hohes Wildunfallaufkommen. Auch MEISINGSET *et al.* (2014) fanden entsprechende Beziehungen. NIEMI (2016) geht davon aus, dass eine Verdoppelung der finnischen Elchpopulation (bei gleichbleibendem Verkehrsaufkommen) zu einer Verdreifachung der Wildunfälle mit dieser Art führt. In Estland führen KRUISE *et al.* (2016) die Zunahme von Wildunfällen mit Wildschweinen unter anderem auch auf gestiegene Populationszahlen zurück.

MYSTERUD (2004) wies für Norwegen einen direkten Zusammenhang zwischen der Populationsgröße (mit jagdlichen Abschusszahlen als Schätzer) und der Anzahl von Wildunfällen mit Rothirschen nach: mit zunehmender Größe der Population nahmen auch die Wildunfälle zu. Er kam zu dem Ergebnis, dass die Zunahme des Rothirschbestandes der Hauptgrund für die Zunahme der Wildunfälle mit Rothirschen ist.

In Österreich kam KNOFLACHER (1980) zu dem Ergebnis, dass Rehunfälle neben der Straßendichte vor allem von der Wilddichte abhängen. Auf überregionaler Ebene fanden STREIN *et al.* (2007) in Baden-Württemberg signifikante Zusammenhänge zwischen der jagdlichen Gesamtstrecke und den Wildunfallzahlen von Rehen und Wildschweinen. In der „Risikoschätzung für Wildunfälle in Bayern“ stellten HOTHORN *et al.* (2012) eine positive Korrelation von Jagdstrecke und Unfallzahlen fest. Viele Wildunfälle ereigneten sich dort, wo auch viel Wild erlegt wurde. Sie kamen zu dem Schluss, dass Wildunfälle dort vermehrt auftreten, wo es viele Rehe gibt. Damit würde das Wildunfallrisiko anhand der jagdlichen Abschusszahlen abschätzbar. In einer folgenden Untersuchung fanden HOTHORN *et al.* (2015) innerhalb eines 10-Jahres-Untersuchungszeitraumes trotz eines Rückgangs der Verkehrsunfälle ohne Wild um 10%, insgesamt einen Anstieg der Wildunfälle um 25%. Als Grund für die gestiegenen Wildunfälle werden steigende Wildbestände angenommen.

Die Auswirkungen der Bestandesgröße konnten MULLER *et al.* (2014) untersuchen. In der *Oak Ridge Reservation* (Tennessee, US) wurde aufgrund steigender Wildunfallzahlen im Jahr 1985 die Jagd auf Weißwedelhirsche freigegeben. In der Folge waren die Wildunfallzahlen rückläufig. Während 1985 noch 273 Wildunfälle registriert wurden, waren es 2008 nur noch 100. Die Jagdstrecke sank von ursprünglich 926 (1985) auf 481 im Jahr 2008 (PIERCE 2010). Im Jahr 2001 wurde nicht gejagt und in den zwei Folgejahren nahmen die Wildunfälle wieder zu. Als Schlussfolgerung daraus empfehlen sie neben verkehrserzieherischen Maßnahmen vor allem die Fortsetzung der Bejagung, um Wildunfälle zu vermeiden. Im Clark County, Virginia (US) konnten MCSHEA *et al.* (2008) dagegen keinen Zusammenhang von Wilddichte und Wildunfallaufkommen feststellen.

SEILER (2004, 2005) kam in Schweden zu dem Ergebnis, dass für Rehe, sowie für Elche, die Wildunfallzahlen unter anderem eng mit den jagdlichen Strecken zusammenhängen. In einer Zeitreihe von 1970 bis 1999 fand er für Rehe bis 1993 zunächst eine positive, statistisch signifikante Korrelation zwischen der Jagdstrecke und der Zahl der Wildunfälle. Nach 1993

ging die Jagdstrecke erheblich zurück, die Wildunfälle mit Rehen blieben jedoch weitgehend unverändert auf hohem Niveau, was auf eine Zunahme des Verkehrs (vgl. Kap. 5.2.2) zurückgeführt wurde. Diese Zusammenhänge zeigten sich jedoch nur auf nationaler Ebene, nicht jedoch in den Landkreisen.

5.2.4. Jagd

Der jagdliche Einfluss auf Wildunfälle kann auf zwei Ebenen stattfinden. Zum einen durch direkte Störung des Wildes im Rahmen der Jagdausübung und zum anderen durch die jagdliche Einflussnahme auf die Bestandsgröße. Letzteres ist in Kapitel 5.2.3 beschrieben. Im Folgenden werden die unmittelbaren Auswirkungen des Jagens behandelt.

Während ETTER *et al.* (2002) zu dem Ergebnis kamen, dass die Jagdsaison zu einer Erhöhung der Wildunfälle mit Weißwedelhirschen führte, konnten SUDHARSAN *et al.* (2006) diese Aussage nicht bestätigen. SUDHARSAN *et al.* (2006) gehen vielmehr davon aus, dass sich der Anstieg der Wildunfälle zur Zeit der Jagdsaison primär aus der dann stattfindenden Paarungszeit ergibt. Auch GLEASON & JENKS (1993) kamen zu dem Schluss, dass der Höhepunkt der Wildunfälle mit Weißwedel- und Maultierhirschen in South Dakota (US) im November mit der dann stattfindenden Paarungszeit und nicht mit der zeitgleichen Jagdsaison zusammenhängt.

Anders als die Revierjagd mit mehrmonatigen bis ganzjährigen Jagdzeiten in Deutschland, findet in den Vereinigten Staaten eine Lizenzjagd statt. Im Allgemeinen sind die Jagdzeiten kurze Zeiträume von nur einer bis zu wenigen Wochen. Für diese Zeiten können für bestimmte Jagdgebiete entsprechende Lizenzen erworben werden. Aufgrund dieses Verfahrens kommt es in kurzer Zeit zu einer Ballung der jagdlichen Aktivitäten. Aufgrund der fast ganzjährig stattfindenden Jagd, wären für Deutschland negative Auswirkungen am ehesten während der winterlichen Bewegungsjagden unter Einsatz vieler Schützen, Treibern und Hunden auf vergleichsweise kleiner Fläche zu erwarten. HOTHORN *et al.* (2015) fanden allerdings keinen Zusammenhang zwischen Jagd und Wildunfallaufkommen, insbesondere nicht während der Drückjagdsaison. In Spanien wird das erhöhte Wildunfallaufkommen mit Wildschweinen im Winter mit der dann stattfindenden Jagdzeit in Verbindung gebracht (LAGOS *et al.* 2012, DIAZ-VARELA *et al.* 2011).

5.2.5. Landschaft

Landschaftsstrukturen bzw. -bestandteile, wie kleine Wälder, Knicks, Hecken oder Gewässer, in Straßennähe können das Wildunfallrisiko erhöhen. (GLEASON & JENKS 1993, NG *et al.* 2008). Insbesondere wenn lineare Landschaftsbestandteile als Leitlinien auf Verkehrswege führen oder diese kreuzen, führt dies zu einem erhöhten Wildunfallrisiko (SEILER *et al.* 2011, GIRARDET *et al.* 2015).

Neben Bestandteilen strukturierter Landschaften wirkt sich auch die Nähe von Wäldern bzw. des Waldrandes zur Straße auf das Wildunfallrisiko aus. FINDER *et al.* (1999) fanden heraus,

dass der wichtigste topographische Faktor zur Voraussage von Wildunfällen in Illinois der Abstand des nächsten Waldes zur Straße war. In der Auswertung von Wildunfällen aus drei Jahren in Ohio (US) fanden SHAO *et al.* (2010) heraus, dass zwischen Straßenabschnitten mit hohem und solchen mit niedrigem Wildunfallaufkommen der Abstand des Waldrandes zur Straße der Faktor mit dem höchsten Einfluss war. In Abschnitten mit einem Abstand des Waldes zum Straßenrand von 30 Fuß (9,14 m) oder weniger ereigneten sich mit statistischer Signifikanz mehr Wildunfälle als in Abschnitten mit größeren Abständen. POKORNY (2006) fand in Slovenien Zusammenhänge zwischen Wildunfällen und der Baumartenverteilung in an die Straße angrenzenden Wäldern. Demnach führt ein höherer Anteil Nadelhölzer zu einer höheren Wildunfallhäufigkeit.

Die Veränderung der Landschaft durch die Ernte auf landwirtschaftlichen Flächen wird von GROVENBURG *et al.* (2008) als möglicher Grund für ein erhöhtes Wildunfallaufkommen angeführt. Durch die Erntemaschinen würde das Wild gestört, zudem gingen Nahrung und Deckung verloren, was zu erhöhter Mobilität führte.

5.2.6. Andere

Einige Studien stellen einen Zusammenhang zwischen Wetter bzw. Witterung und Wildunfallhäufigkeit her. So fanden GUNDERSEN *et al.* (1998) in Schweden und OLSON *et al.* (2015) in Utah (US) einen Einfluss der Schneehöhe. Mit steigender Schneehöhe nahmen die Wildunfallzahlen mit Elchen bzw. Weißwedelhirschen zu. In Finnland stellte NIEMI (2016) einen mittelbaren Einfluss der Temperatur durch die Verschiebung der Vegetationsperiode fest. In Ungarn führten nach CSERKÉSZ & FARKAS (2015) warme sommerliche Temperaturen zu mehr Wildunfällen, wohingegen die jährlichen Niederschlagsmengen negativ mit dem Wildunfallaufkommen korreliert waren.

Ein die Wildunfallwahrscheinlichkeit erhöhender Einfluss geht nach REA *et al.* (2013) von Salzlecken in Straßennähe aus.

Ein wesentlicher Faktor im Wildunfallgeschehen ist der Mensch selbst. Neben der geringen Akzeptanz von Warnschildern (vgl. Kap. 5.1.3.1) stellten MARCOUX & RILEY (2010) in der Befragung von über 1.600 Fahrzeugführern nur eine geringe Bereitschaft fest, das eigene Fahrverhalten zu ändern, um einen Wildunfall zu vermeiden. Dies sogar dann, wenn die Befragten selbst schon einen Wildunfall erlebt hatten. Die Mehrheit der Teilnehmer hielt Wildunfälle für nicht vermeidbar. Tatsächlich kann die rechtzeitige Wahrnehmung von Wild das Unfallrisiko senken. Bei Dunkelheit wirkt sich diesbezüglich insbesondere Fernlicht positiv aus. MASTRO *et al.* (2010) fanden heraus, dass die Entfernung in der lebensgroße dreidimensionale Attrappen von Maultierhirschen wahrgenommen konnten, mit Fernlicht statistisch signifikant weiter war als mit Abblendlicht. Außerdem wurden die Attrappen früher, also weiter entfernt, erkannt, wenn sie am rechten Straßenrand standen und, wenn sie weniger als 10 Meter vom Straßenrand entfernt waren.

6. Anhang

| | |
|---|----|
| Teil A: Abbildungen | 68 |
| Teil B: Tabellen..... | 88 |
| Teil C: Beschreibung der Teststrecken | 95 |

Teil A: Abbildungen

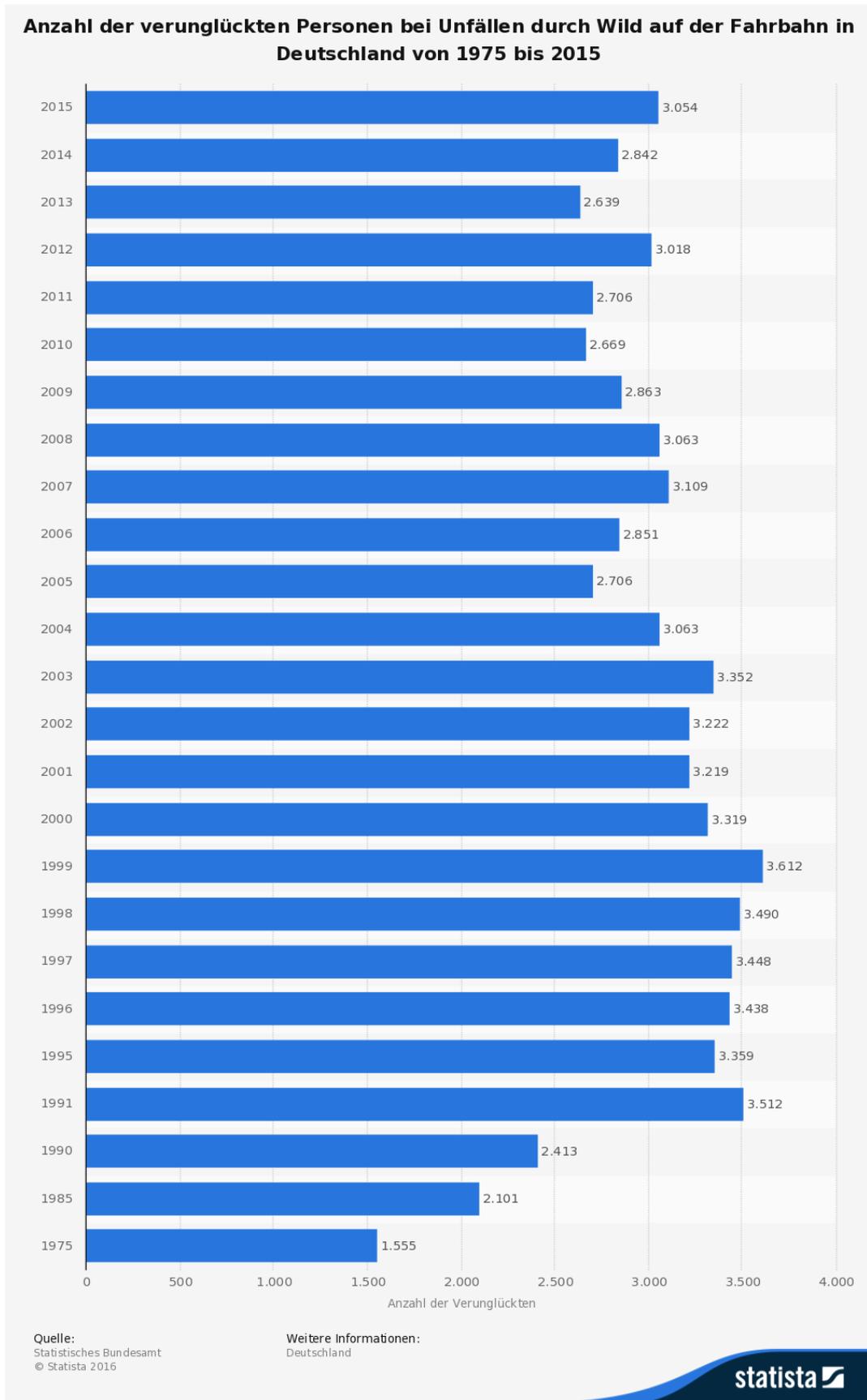


Abb. 6-1: Anzahl der verunglückten Personen bei Unfällen durch Wild auf der Fahrbahn in Deutschland bis 2015.

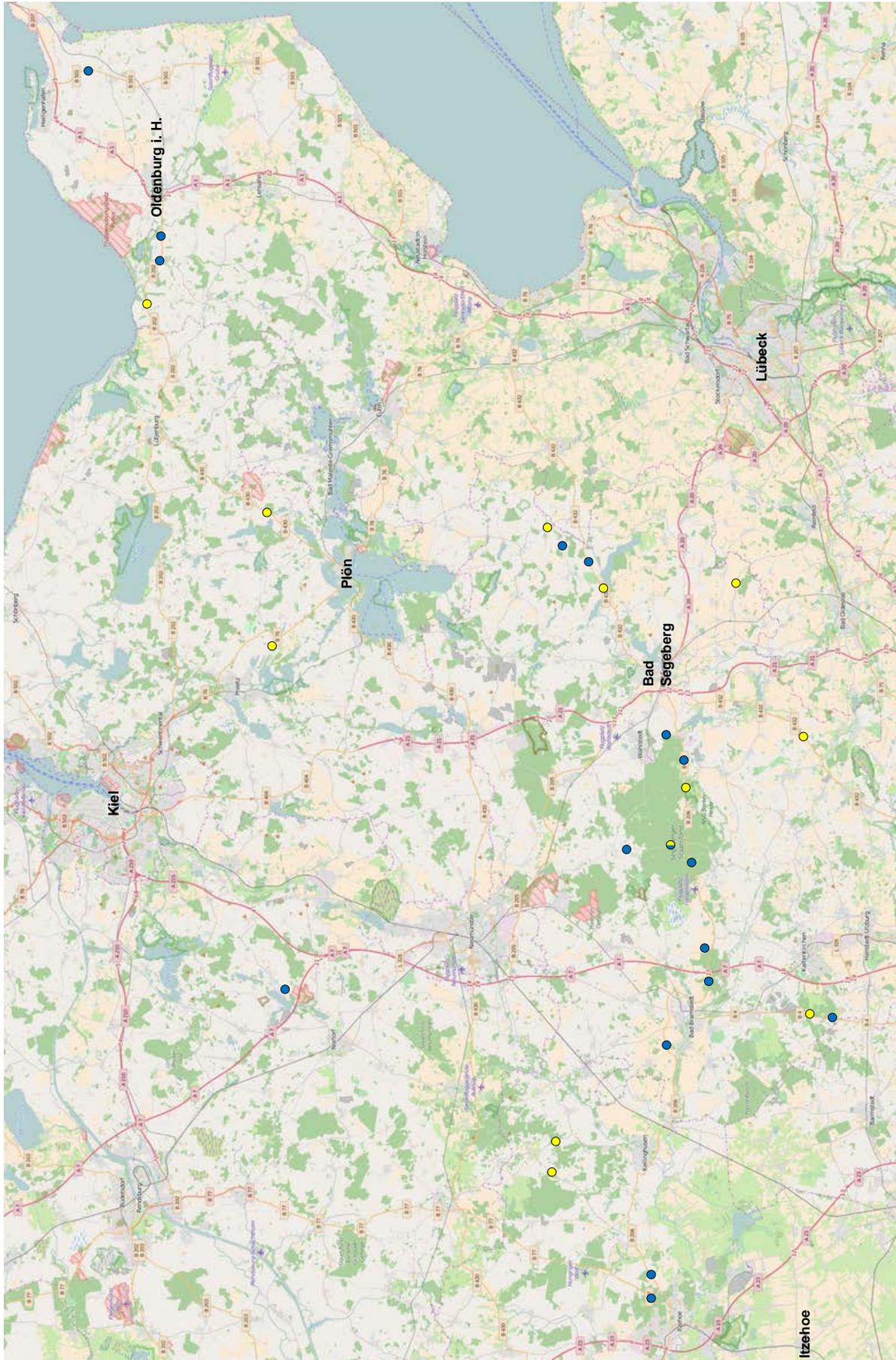


Abb. 6-2: Lage der Teststrecken. (● = Teststrecken mit Halbkreisreflektor, ● = Teststrecken mit Duftzaun.)



Abb. 6-3: Saisonale Warnbeschilderung in Schleswig-Holstein zur Warnung vor starkem Wildwechsel. Dieses Schild ist über den Landesjagdverband Schleswig-Holstein zu beziehen. Die Aufstellung bedarf der vorherigen Genehmigung der zuständigen Straßenbehörde. Die Aufstellung ist grundsätzlich auf die Zeit von Oktober bis Mitte Dezember begrenzt.



Abb. 6-4: Teststreckenklasse „Wald“.



Abb. 6-5: Teststreckenklasse „Strukturreiche Lebensräume“.



Abb. 6-6: Teststreckenklasse „Offene Landschaft / Landwirtschaft“.

Wildunfallprotokollbogen für den Revierinhaber/Jagdausübungsberechtigten



An das
Institut für Wildbiologie Göttingen und Dresden e. V.
- Wildunfälle -
Büsgenweg 3
37077 Göttingen

1. Name des Aufnehmenden _____

— 2. Unfallort, -zeit, -umstände

Datum des Unfalls: _____ Uhrzeit des Unfalls: _____

Ort des Unfalls:

- Straße (z. B. B 27, L 82, K 4) mit Fahrtrichtung _____

— - Abschnitt und Kilometer (z. B. AB 120, KM 3,7) AB _____ KM _____

Lichtverhältnisse (Dämmerung, hell, dunkel) _____

Wetter (Sonne, Regen, Nebel, Glatteis etc.) _____

Unfallfahrzeug (PKW, LKW, Bus, Motorrad, ...) _____

Polizei vor Ort (ja/nein) _____

Begleitvegetation am Unfallort (Wald, Knick, Feldfrucht (Art))

3. Unfallwild

Wildart _____ Geschlecht _____ Alter _____

Fangschuss (ja/nein) _____ Nachsuche (ja/nein) _____

Nachsuchenlänge _____ Wild gefunden (ja/nein) _____

4. Schäden

Personenschaden (nein, leicht, mittel, schwer, tödlich) _____

Sachschaden (nein, leicht, mittel, total) _____

Ggf. ergänzende Angaben auf der Rückseite vermerken.

Die Angaben auf diesem Protokollbogen dienen allein der wissenschaftlichen Auswertung, werden vertraulich behandelt und nicht an andere Stellen weitergegeben.

Abb. 6-7: Wildunfallprotokollbogen für den Jagdausübungsberechtigten.

Wildunfallprotokollbogen für den Geschädigten/Unfallfahrer



An das
Institut für Wildbiologie Göttingen und Dresden e. V.
- Wildunfälle -
Büsgenweg 3
37077 Göttingen

1. Unfallort, -zeit, -umstände

— Datum des Unfalls: _____ Uhrzeit des Unfalls: _____

Ort des Unfalls:

- Straße (z. B. B 27, L 82, K 4) mit Fahrtrichtung _____

Lichtverhältnisse (Dämmerung, hell, dunkel etc.) _____

— Wetter (Sonne, Regen, Nebel, Glatteis etc.) _____

Bei Dunkelheit oder schlechter Sicht: Fahren Sie mit Abblendlicht oder Fernlicht?

Unfallfahrzeug (PKW, LKW, Bus, Motorrad, ...) _____

Geschwindigkeit [km/h] zum Unfallzeitpunkt _____

2. Fahrerwahrnehmung

Haben Sie eine Warnbeschilderung (Wildwechsel) wahrgenommen? _____

War das Tier vor dem Unfall zu sehen? _____

Wenn ja, stand das Tier vor dem Unfall auf der Straße oder am Straßenrand? _____

War das Tier alleine oder in einer Gruppe? _____

Zog das Tier von links nach rechts oder von rechts nach links? _____

Wechselten vor dem Unfall weitere Tiere über die Straße? _____

Hatten Sie Zeit zu reagieren? _____

Ggf. ergänzende Angaben auf der Rückseite vermerken.

Die Angaben auf diesem Protokollbogen dienen allein der wissenschaftlichen Auswertung, werden vertraulich behandelt und nicht an andere Stellen weitergegeben.

Abb. 6-8: Wildunfallprotokollbogen für den Geschädigten/Unfallfahrer.

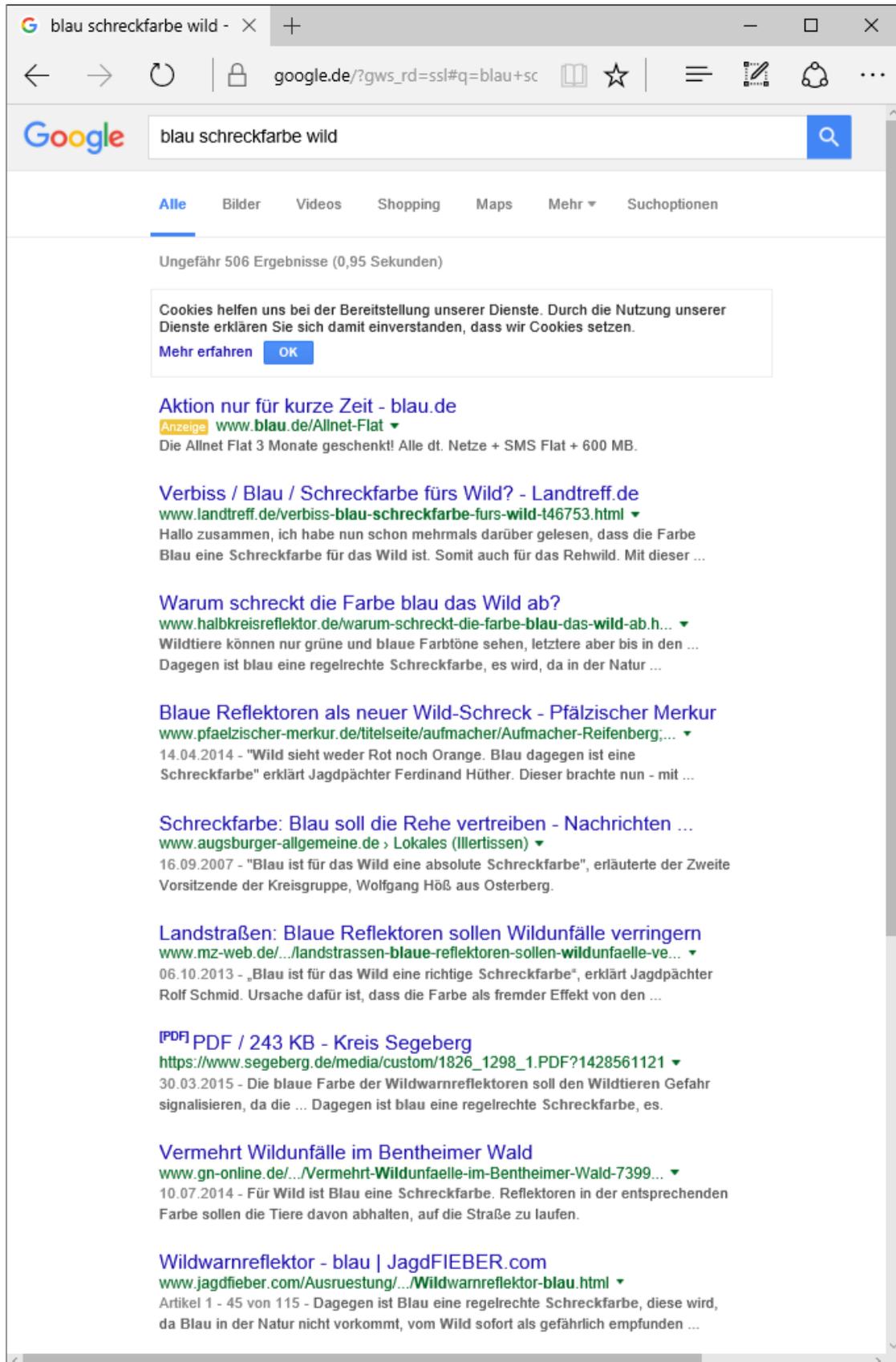


Abb. 6-10: Google-Suchergebnisse zu Blau als Schreckfarbe für Wildtiere. (Screenshot vom 07.02.2016)

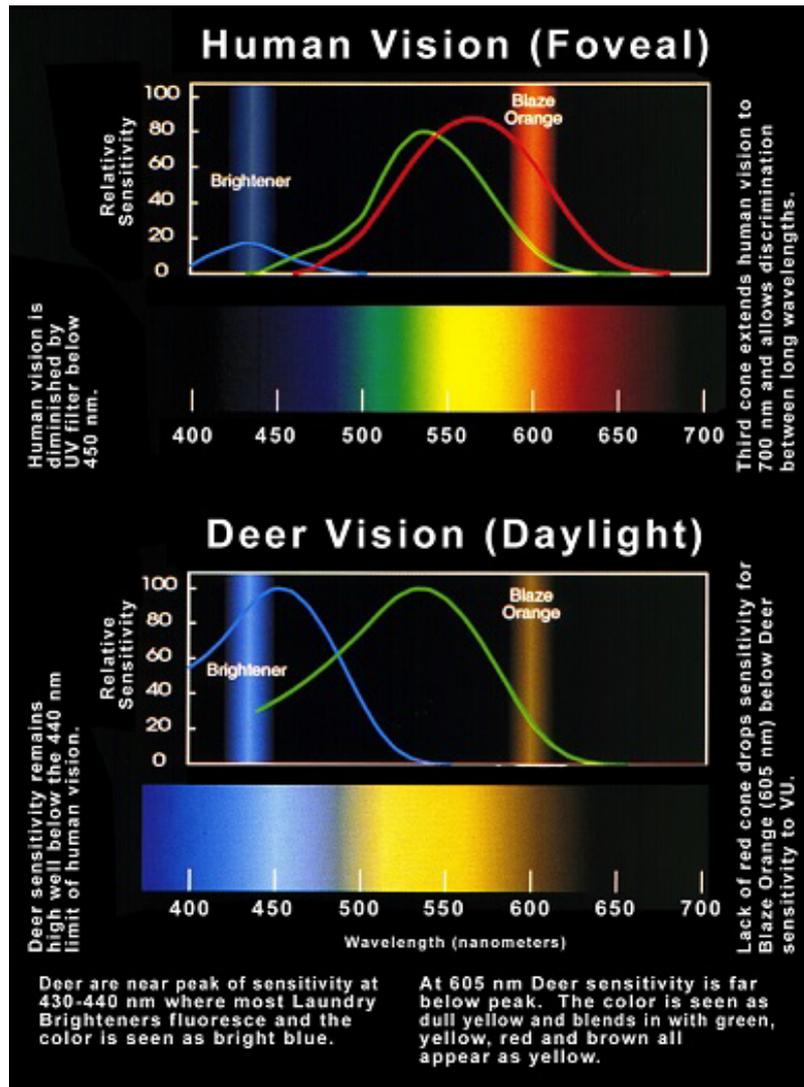


Abb. 6-11: Zapfenrezeption von Mensch und Schalenwild. (http://cdn3.bigcommerce.com/s-754pynma/product_images/uploaded_images/book-cover-os-jpg-1.jpg?t=1410884371)

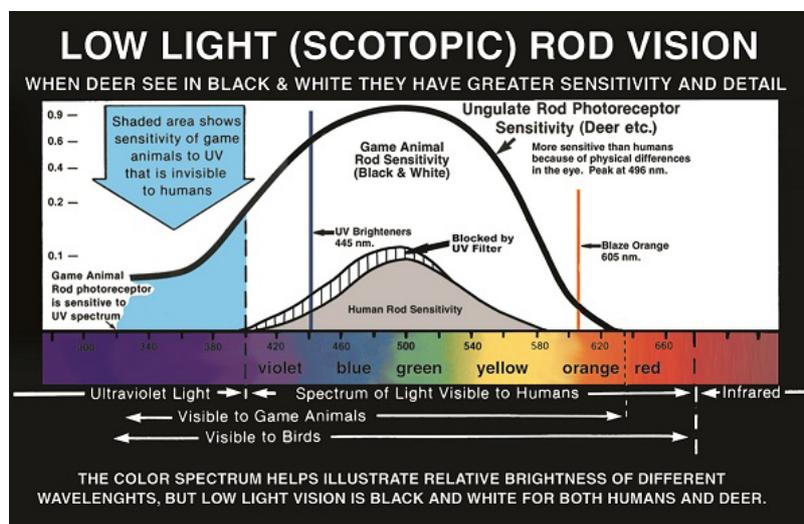


Abb. 6-12: Stäbchenrezeption von Schalenwild. (http://www.atsko.com/articles/animal-vision-and-smell/%3C?=_HTTP_ROOT_UI;?%3Eimage/articlepage/innerfrontcover.jpg)



Abb. 6-13: Strukturreicher Lebensraum.

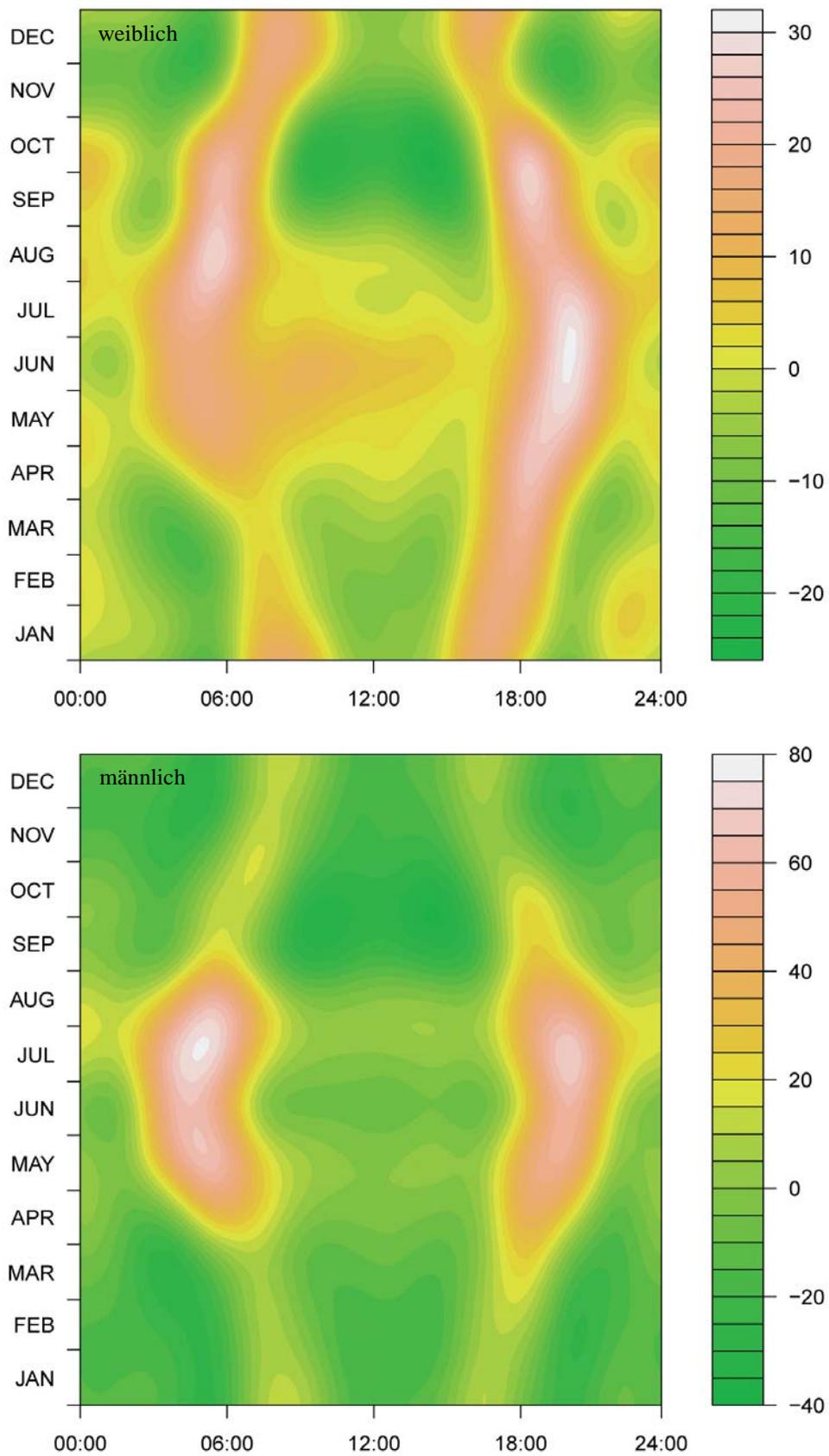
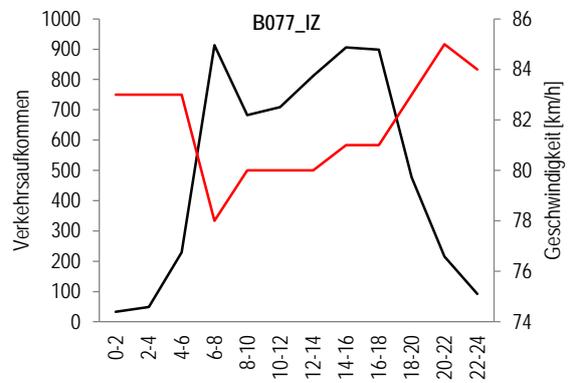
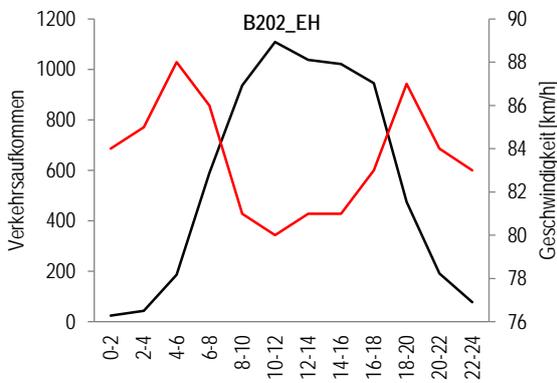
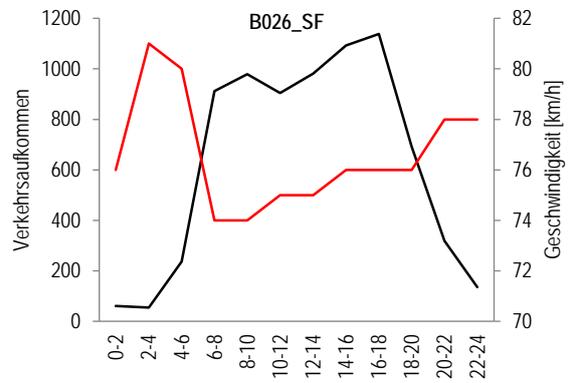
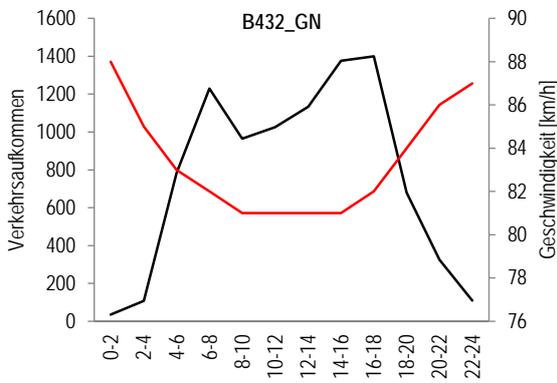
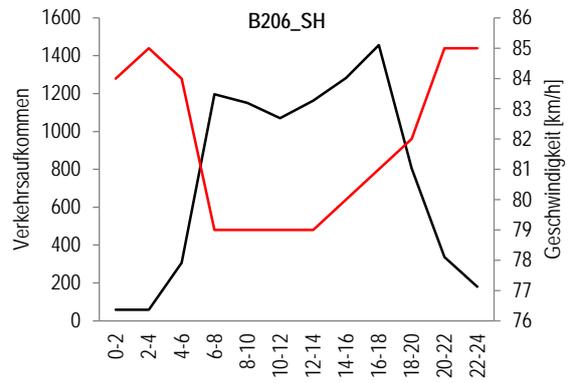
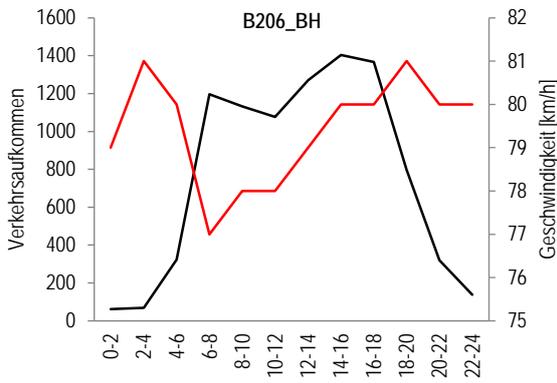
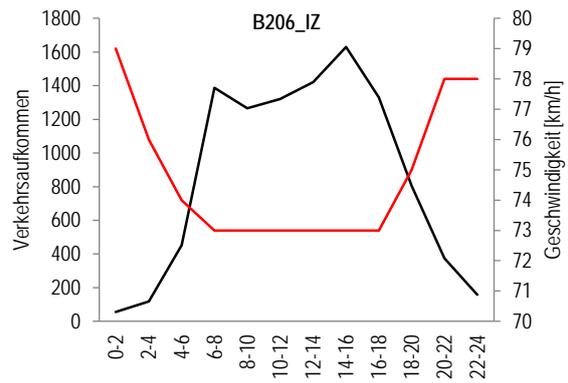
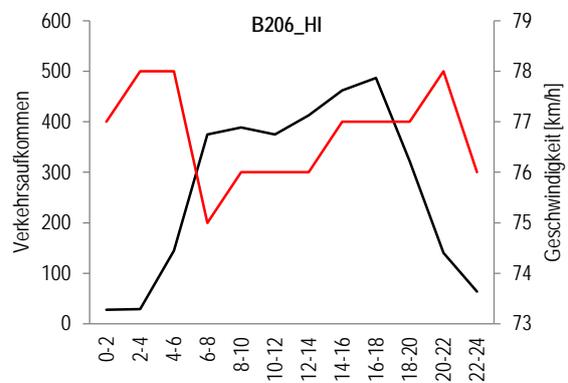
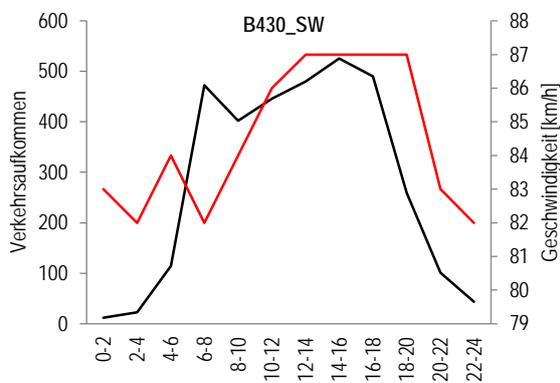
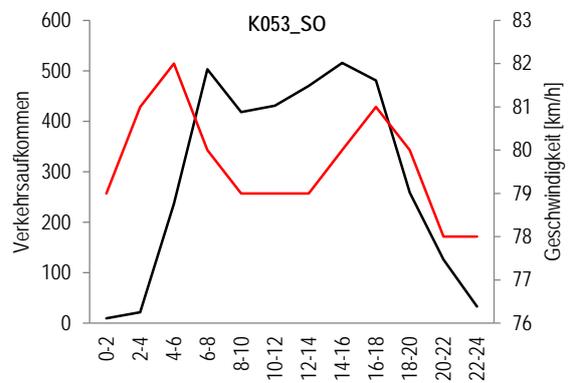
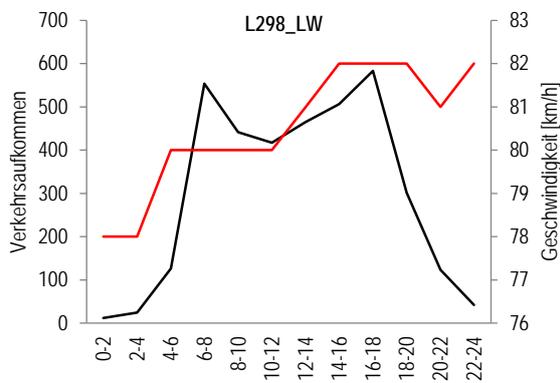
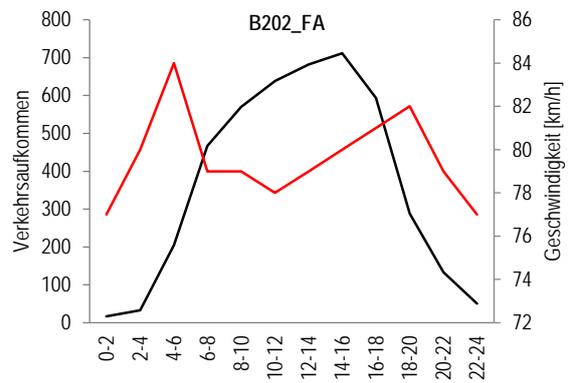
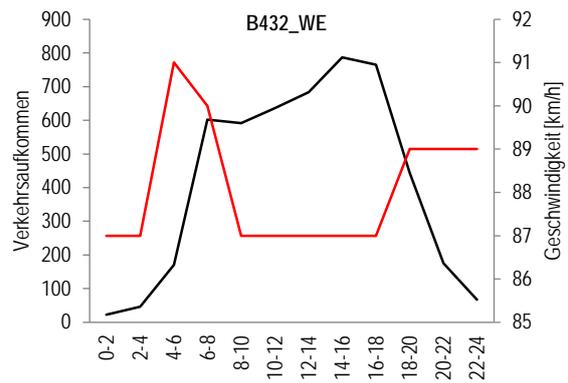
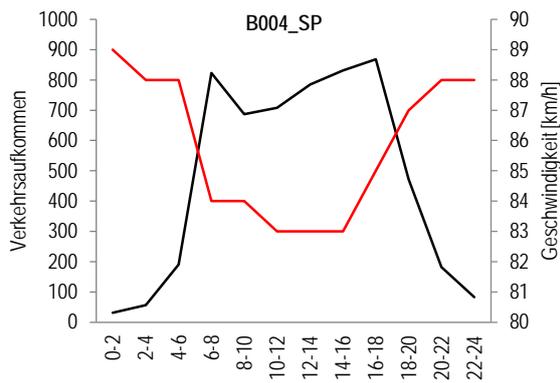
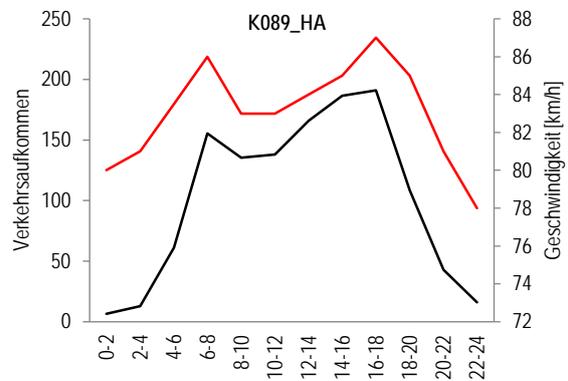
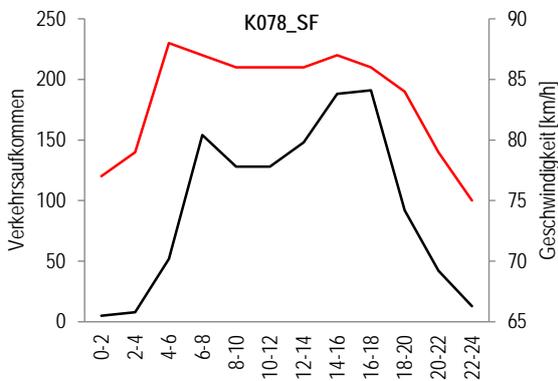
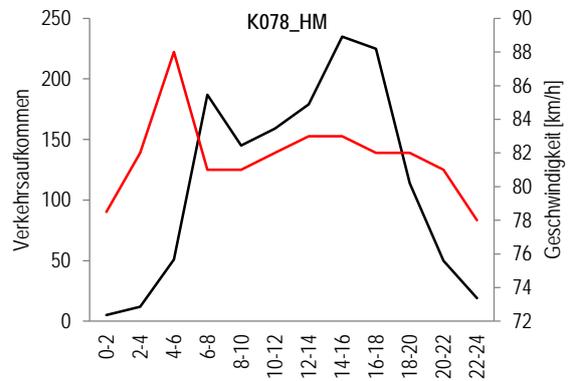
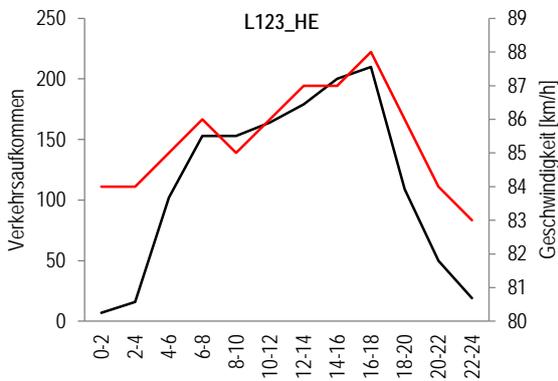
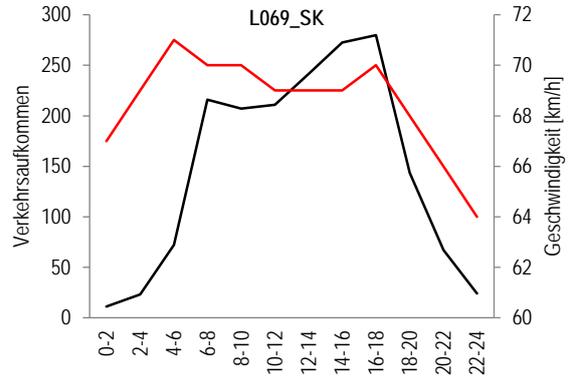
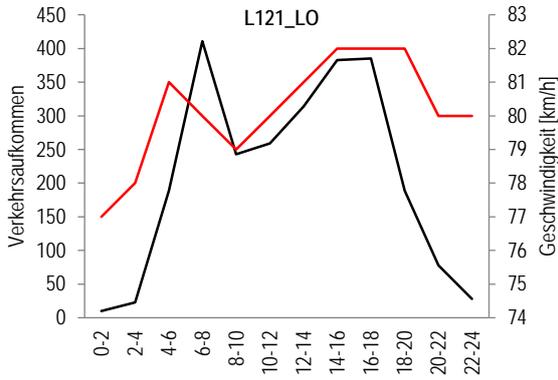
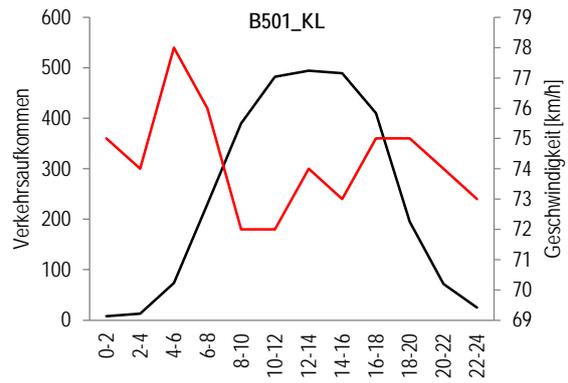
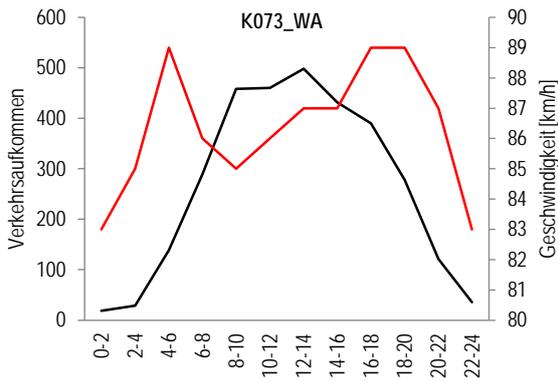


Abb. 6-14: Aktivitätsmuster von Rehwild. (STACHE *et al.* 2013)







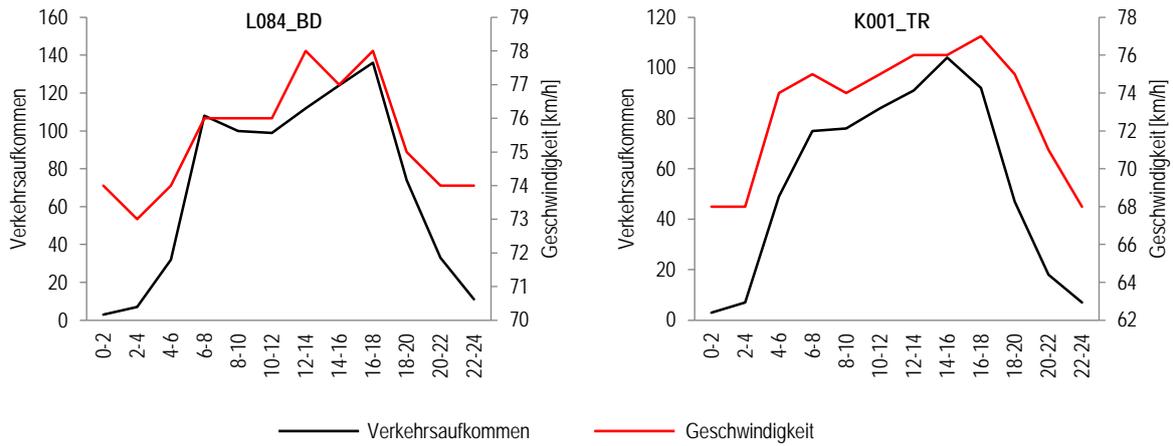


Abb. 6-15: Tägliche Verteilung von Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeiten auf den Teststrecken. Dargestellt sind die Mediane des Verkehrsaufkommens und der Fahrzeuggeschwindigkeiten für 2-stündige Zeitfenster. Reihenfolge der Teststrecken in abnehmender Reihenfolge des durchschnittlichen Verkehrsaufkommens pro 24 Std.

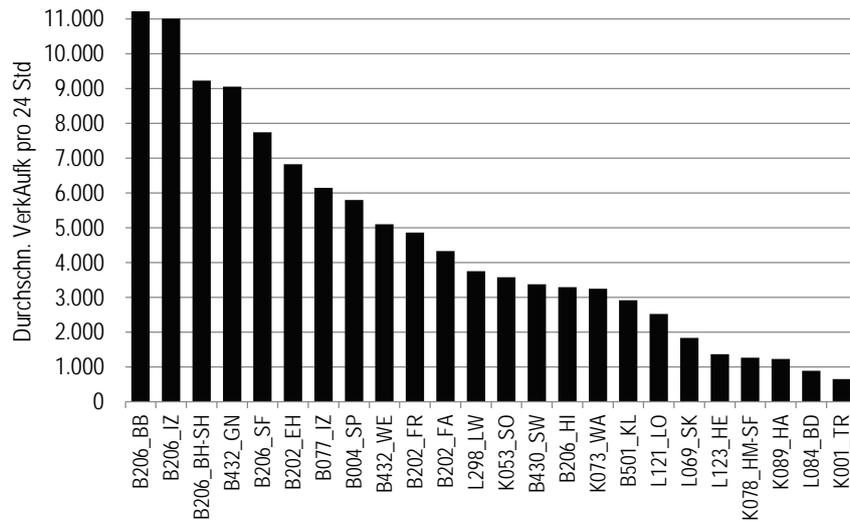


Abb. 6-16: Durchschnittliches Verkehrsaufkommen pro 24 Stunden. Dargestellt sind die Median-Werte der elektronischen Verkehrszählungen auf den jeweiligen Teststrecken.

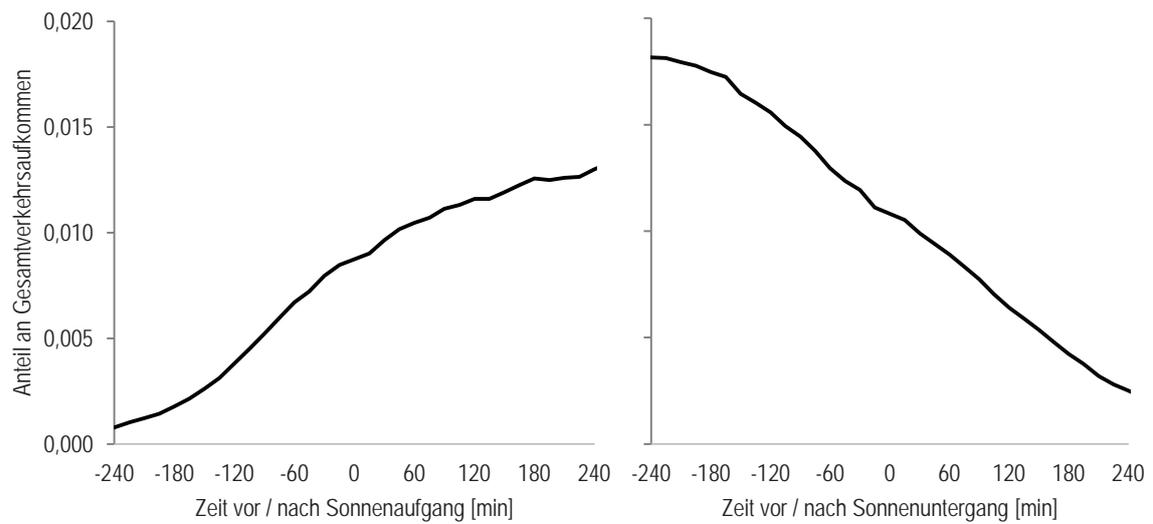


Abb. 6-17: Anteiliges Verkehrsaufkommen vor und nach Sonnenaufgang bzw. Sonnenuntergang.

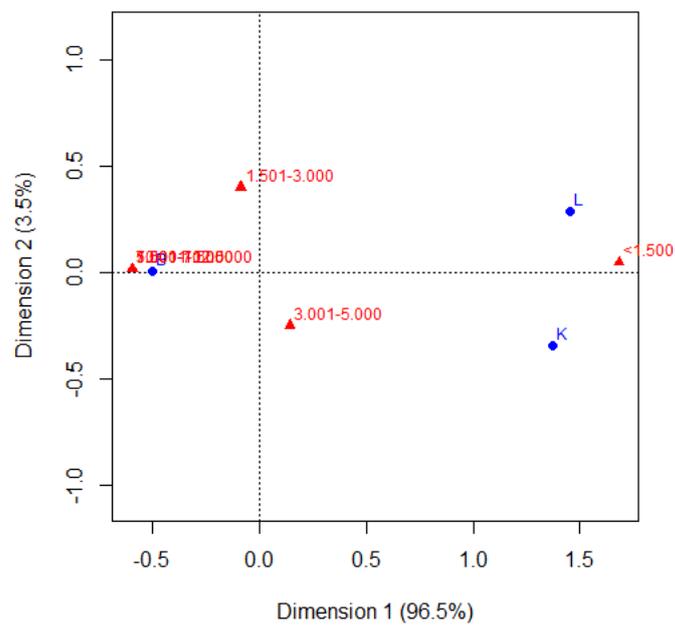


Abb. 6-18: Korrespondenzanalyse von Straßenkategorie und Verkehrsaufkommen.
 B = Bundesstraße, L = Landesstraße, K = Kreisstraße, rote Zahlen = durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen

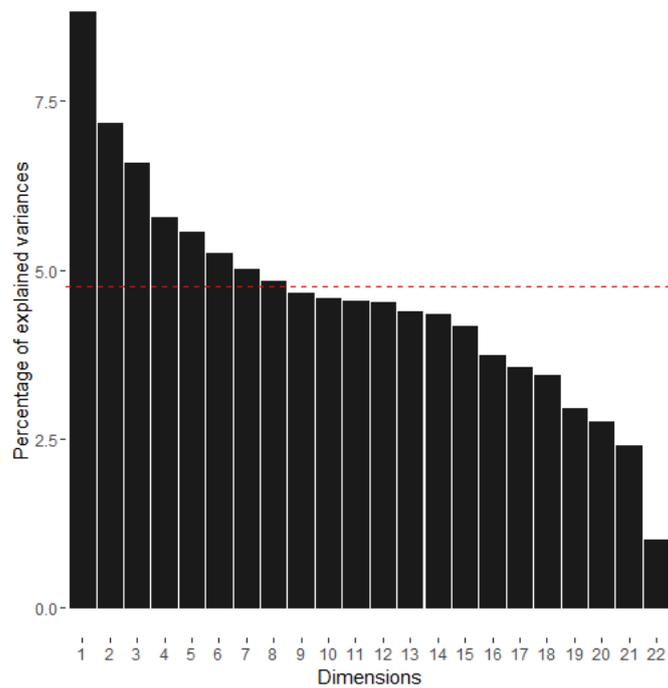


Abb. 6-19: Anteil erklärbarer Varianz je Dimension für die MCA von Wildunfällen mit Rehen und Damhirschen. Die gestrichelte rote Linie markiert den durchschnittlichen Wert bei gleichen Anteilen aller Dimensionen. Dimensionen mit Werten oberhalb dieser Linie, tragen überdurchschnittlich zur Varianz bei.

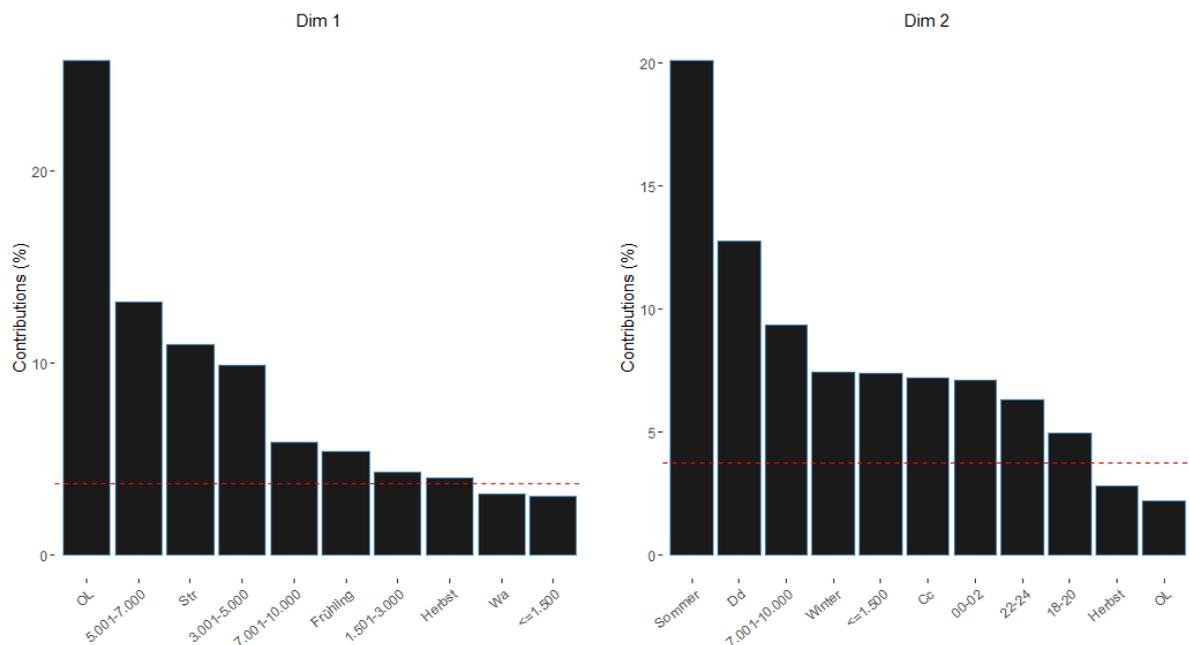


Abb. 6-20: Beiträge der Variablenkategorien zu den ersten beiden Dimensionen der MCA für Wildunfälle mit Rehen und Damhirschen. Die gestrichelte rote Linie markiert den durchschnittlichen Wert bei gleichen Anteilen aller Kategorien. Kategorien mit Werten oberhalb dieser Linie tragen überdurchschnittlich zur jeweiligen Dimension bei.

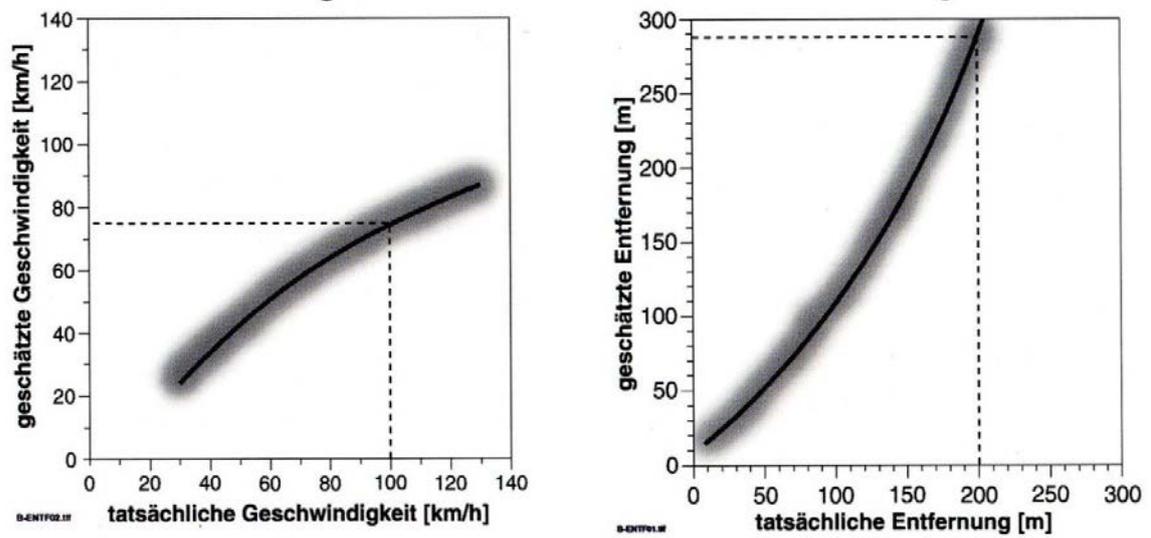


Abb. 6-21: Verhältnis von tatsächlicher und geschätzter Geschwindigkeit und Entfernung. (FGSV 2001, zit. n. JÄHRIG 2012)



Abb. 6-22: Swareflex Wildwarnreflektoren („alter Typ“), Modell 7172 und 7182. (SIELECKI 2001)

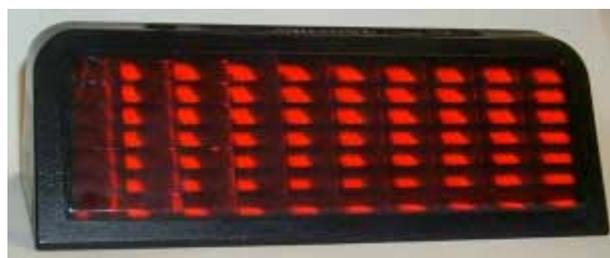


Abb. 6-23: Strieter-Lite Wildwarnreflektor („neuer Typ“), Modell 7176. (SIELECKI 2001)

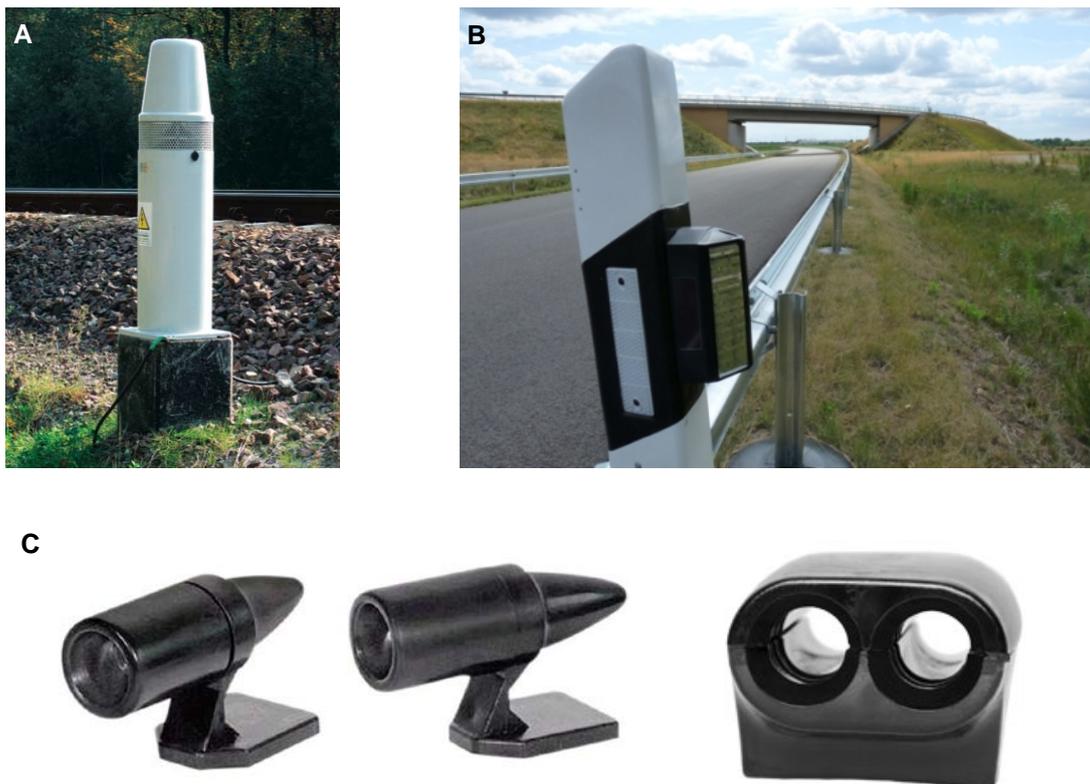


Abb. 6-24: Beispiele für Akustische Wildwarner. A: UOZ-1 an einer Eisenbahntrasse in Polen (www.neel.com.pl)
B: Akustischer Wildwarner mit Wildwarnreflektor (WEGU GFT, www.ls.brandenburg.de) C: Ultraschall-Wildwarner ("deer whistle") zur Montage am Fahrzeug. Links: Ultraschall Wildwarner (www.conrad.de/de/ultraschall-wildwarner-853361.html), Rechts: *Save-A-Deer Whistle* (Living Products, LLC, http://deerwhistle.com/html/product_info.html)

Teil B: Tabellen

Tab. 6-1: Übersicht der Teststrecken.

| Lfd. Nr. | Str Kat | Nr. | Lokalisation | Landkreis | Bezeichnung | Land Struk | Länge [m] | PM | WU _{vor} km ⁻¹ a ⁻¹ | DTV | v ₈₅ |
|----------|---------|-----|----------------|-----------|-------------|------------|-----------|----|--|--------|----------------------------------|
| 1 | B | 4 | Springhirsch | SE | B004_SP | S | 350 | R | 7,6 | 5.801 | 99 |
| 2 | B | 4 | Springhirsch | SE | B004_SP | W | 300 | DZ | 4,4 | | |
| 3 | B | 77 | Itzehoe | IZ | B077_IZ | W | 2.900 | R | k. A. | | 95 |
| 4.1 | B | 202 | Friederikenhof | OH | B202_FR | S | 120 | DZ | | | 98, (93, 103) ⁺ |
| 4.2 | B | 202 | Friederikenhof | OH | B202_FR | S | 180 | DZ | k. A. | 4.866 | |
| 4.3 | B | 202 | Friederikenhof | OH | B202_FR | S | 180 | DZ | | | |
| 5 | B | 202 | Farve | OH | B202_FA | S | 2.200 | R | 7,9 | 4.334 | 94 |
| 6 | B | 202 | Ehlerstorf | OH | B202_EH | L | 900 | R | 14,1 | 6.824 | 102 |
| 7 | B | 206 | Itzehoe | IZ | B206_IZ | W/S | 2.700 | R | k. A. | 11.009 | 86 |
| 8 | B | 206 | Hitzhusen | SE | B206_HI | S | 850 | R | k. A. | 3.293 | 96 |
| 9 | B | 206 | Bad Bramstedt | SE | B206_BB | W | 950 | R | 23,3 | 11.223 | 92 |
| 10 | B | 206 | Segebg. Forst | SE | B206_SF | W | 1.800 | R | 8,9 | 7.740 | 91 |
| 11.0 | B | 206 | Bockhorn | SE | B206_BH | | 1.000 | | 7,0 | 9.259 | 92 |
| 11.1 | B | 206 | Bockhorn | SE | B206_BH | W | 400 | DZ | | | |
| 11.2 | B | 206 | Bockhorn | SE | B206_BH | W | 300 | DZ | | | |
| 12 | B | 206 | Schaffhaus | SE | B206_SH | S/W | 1600 | R | 17,1 | 9.202 | 95 |
| 13 | B | 430 | Schönweide | PLÖ | B430_SW | L/W | 500 | DZ | 22,9 | 3.377 | 105 |
| 14 | B | 432 | Groß Niendorf | SE | B432_GN | S | 420 | DZ | 23,1 | 9.053 | 99 |
| 15 | B | 432 | Wensin (West) | SE | B432_WE | L | 160 | DZ | 11,7 | 5.105 | 102 |
| 16 | B | 432 | Wensin (Ost) | SE | B432_WE | L | 950 | R | 9,4 | | |
| 17 | B | 501 | Klaustorf | OH | B501_KL | L | 1.800 | R | 8,9 | 2.913 | 88 |
| 18.1 | L | 69 | Steenkrütz | SE | L069_SK | W | 120 | DZ | 5,8 | 1.830 | 81 |
| 18.2 | L | 69 | Steenkrütz | SE | L069_SK | W | 80 | DZ | | | |
| 19.0 | L | 84 | Bühnsdorf | SE | L084_BD | L | 2.800 | | 4,5 | 886 | 93 |
| 19.1 | L | 84 | Bühnsdorf | SE | L084_BD | L | 260 | DZ | | | |
| 19.2 | L | 84 | Bühnsdorf | SE | L084_BD | L | 110 | DZ | | | |
| 20 | L | 121 | Lockstedt | IZ | L121_LO | S | 1.160 | DZ | 14,4 | 2.521 | 94 |
| 21 | L | 123 | Hennstedt | IZ | L123_HE | W | 350 | DZ | 9,2 | 1.366 | 103 |
| 22 | L | 298 | Langwedel | RD | L298_LW | S | 1.400 | R | 8,4 | 3.750 | 96 |
| 23 | K | 1 | Travenort | SE | K001_TR | L | 900 | R | 5,8 | 647 | 89 |
| 24 | K | 53 | Sophienhof | PLÖ | K053_SO | W | 220 | DZ | 9,7 | 3.575 | 93 |
| 25 | K | 73 | Wahlstedt | SE | K073_WA | S | 1.100 | R | 13,8 | 3.250 | 104 |
| 26.0 | K | 78 | Segebg. Forst | SE | K078_SF | | 2.350 | | 2,6 | 1.200 | 104 |
| 26.1 | K | 78 | Segebg. Forst | SE | K078_SF | W | 1.000 | R | | | |
| 26.2 | K | 78 | Segebg. Forst | SE | K078_SF | W | 370 | DZ | | | |
| 27 | K | 78 | Heidmühlen | SE | K078_HM | S | 2.000 | R | 7,8 | 1.344 | 98 |
| 28 | K | 89 | Hasenmoor | SE | K089_HA | L | 925 | R | 7,0 | 1.233 | 101 |

Teststrecken in grauer Schrift wurden nicht im Vorher-Nachher-Vergleich berücksichtigt.

+ Die Werte in Klammern geben die v₈₅ für die Zeiten mit bzw. ohne Geschwindigkeitsbeschränkung auf 70 km/h zwischen 16-8 Uhr an (vgl. Beschreibung der Teststrecke im Anhang, Teil B).

Tab. 6-2: Absolute Wildunfallzahlen auf den Teststrecken vor und nach Ausbringung der Präventionsmaßnahmen. Nicht aufgeführt sind Strecken mit fehlenden Daten aus den Vorjahren sowie mit unvollständiger bzw. unklarer Datenlage während des Untersuchungszeitraumes.

| | B004_SP (R) | | | | | | B004_SP (DZ) | | | | | | B077_IZ | | | | | | B202_EH | | | | | |
|-----------|-------------|----|----|----|----|---|--------------|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|---|
| | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? |
| 2005/2006 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 6 | 3 | 0 | 9 | | |
| 2006/2007 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 7 | 4 | 0 | 7 | | |
| 2007/2008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | 2 | 1 | 0 | 7 | | |
| 2008/2009 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | | | | | | 9 | 5 | 0 | 0 | 4 | | | |
| 2009/2010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | | | | 16 | 4 | 4 | 0 | 8 | | | |
| 2010/2011 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | | | | 5 | 4 | 0 | 0 | 1 | | | |
| 2011/2012 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 12 | 0 | 12 | 0 | 0 | 8 | 4 | 2 | 0 | 2 | | |
| 2012/2013 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | | 10 | 0 | 9 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | | |
| 2013/2014 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 8 | 0 | 8 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 4 | | |
| 2014/2015 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | | 6 | 0 | 6 | 0 | 0 | 12 | 6 | 4 | 0 | 2 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B206_BB | | | | | | B206_BH | | | | | | B206_SF | | | | | | B206_SH | | | | | |
| | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? |
| 2005/2006 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006/2007 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007/2008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008/2009 | 21 | | | | | | 10 | 6 | 3 | 1 | | 13 | | | | | | 34 | 12 | 16 | 0 | 6 | | |
| 2009/2010 | 19 | | | | | | 8 | 0 | 5 | 1 | | 16 | | | | | | 22 | 6 | 12 | 0 | 4 | | |
| 2010/2011 | 30 | | | | | | 3 | 0 | 3 | 0 | | 19 | | | | | | 26 | 8 | 11 | 0 | 7 | | |
| 2011/2012 | 4 | 1 | 3 | 0 | 0 | | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | | 9 | 5 | 3 | 1 | 0 | 20 | 10 | 10 | 0 | 0 | | |
| 2012/2013 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | | 4 | 0 | 3 | 0 | 1 | | 10 | 4 | 5 | 1 | 0 | 11 | 10 | 1 | 0 | 0 | | |
| 2013/2014 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 11 | 8 | 2 | 0 | 1 | 12 | 5 | 7 | 0 | 0 | | |
| 2014/2015 | 8 | 2 | 6 | 0 | 0 | | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | | 8 | 2 | 5 | 0 | 1 | 10 | 2 | 7 | 0 | 1 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B432_GN | | | | | | B432_WE (DZ) | | | | | | B432_WE (R) | | | | | | B501_KL | | | | | |
| | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? |
| 2005/2006 | | | | | | | 9 | 3 | 4 | 0 | 2 | | 11 | 7 | 3 | 0 | 1 | | | | | | | |
| 2006/2007 | | | | | | | 7 | 1 | 5 | 0 | 1 | | 10 | 3 | 6 | 0 | 1 | | | | | | | |
| 2007/2008 | 13 | 5 | 8 | 0 | 0 | | 9 | 4 | 5 | 0 | 0 | | 15 | 8 | 6 | 0 | 1 | | 16 | 4 | 12 | 0 | 0 | |
| 2008/2009 | 6 | 3 | 2 | 0 | 1 | | 5 | 1 | 4 | 0 | 0 | | 7 | 4 | 3 | 0 | 0 | | 18 | 5 | 11 | 0 | 2 | |
| 2009/2010 | 14 | 10 | 4 | 0 | 0 | | 4 | 1 | 3 | 0 | 0 | | 6 | 2 | 4 | 0 | 0 | | 12 | 3 | 7 | 0 | 2 | |
| 2010/2011 | 11 | 4 | 7 | 0 | 0 | | 6 | 2 | 4 | 0 | 0 | | 9 | 3 | 5 | 0 | 1 | | 18 | 4 | 12 | 0 | 2 | |
| 2011/2012 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | | 7 | 1 | 6 | 0 | 0 | |
| 2012/2013 | 6 | 3 | 3 | 0 | 0 | | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | | 6 | 3 | 2 | 0 | 1 | | 9 | 4 | 4 | 0 | 1 | |
| 2013/2014 | 7 | 4 | 3 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | | 9 | 3 | 5 | 0 | 1 | |
| 2014/2015 | 9 | 1 | 8 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | | 10 | 5 | 5 | 0 | 0 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L069_SK | | | | | | L084_BD | | | | | | L121_LO | | | | | | L123_HE | | | | | |
| | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? |
| 2005/2006 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006/2007 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007/2008 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | | 17 | 1 | 15 | 0 | 1 | | 17 | 2 | 9 | 1 | 5 | | 12 | | | | | |
| 2008/2009 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | | 10 | 1 | 9 | 0 | 0 | | 18 | 1 | 15 | 1 | 1 | | 10 | | | | | |
| 2009/2010 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | | 12 | 2 | 10 | 0 | 0 | | 15 | 0 | 12 | 1 | 2 | | 15 | | | | | |
| 2010/2011 | 4 | 1 | 3 | 0 | 0 | | 11 | 3 | 8 | 0 | 0 | | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | | 11 | | | | | |
| 2011/2012 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 10 | 2 | 8 | 0 | 0 | | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| 2012/2013 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 9 | 0 | 9 | 0 | 0 | | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | |
| 2013/2014 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 11 | 1 | 10 | 0 | 0 | | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | | 5 | 1 | 3 | 0 | 1 | |
| 2014/2015 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 19 | 2 | 17 | 0 | 0 | | | | | | | | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | |

Fortsetzung auf nächster Seite

| | L298_LW | | | | | | K001_TR | | | | | K053_SO | | | | | K073_WA | | | | | | | | |
|-----------|---------|----|----|----|----|---|---------|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|---------|---|----|----|----|----|----|---|--|
| | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | |
| 2005/2006 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006/2007 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 2 | 7 | 0 | 0 | | |
| 2007/2008 | 12 | | | | | | 5 | 2 | 3 | 0 | 0 | | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | | 22 | 10 | 9 | 0 | 3 | | |
| 2008/2009 | 12 | | | | | | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | | 7 | 0 | 7 | 0 | 0 | | 9 | 1 | 8 | 0 | 0 | | |
| 2009/2010 | 12 | | | | | | 6 | 2 | 4 | 0 | 0 | | 10 | 0 | 10 | 0 | 0 | | 14 | 4 | 9 | 0 | 1 | | |
| 2010/2011 | 11 | | | | | | 5 | 2 | 3 | 0 | 0 | | 9 | 0 | 9 | 0 | 0 | | 22 | 5 | 15 | 0 | 2 | | |
| 2011/2012 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | | 5 | 2 | 1 | 0 | 2 | | |
| 2012/2013 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 4 | 1 | 2 | 0 | 1 | | |
| 2013/2014 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | | |
| 2014/2015 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | K078_HM | | | | | | K078_SF | | | | | K089HA | | | | | | | | | | | | | |
| | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | Σ | Dd | Cc | Ce | Ss | ? | | | | | | | |
| 2005/2006 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006/2007 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007/2008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008/2009 | | | | | | | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | | 8 | 0 | 8 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 2009/2010 | 18 | 4 | 8 | 0 | 3 | 3 | 7 | 3 | 4 | 0 | 0 | | 7 | 0 | 7 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 2010/2011 | 13 | 0 | 8 | 2 | 3 | 0 | 6 | 3 | 2 | 1 | 0 | | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 2011/2012 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 2012/2013 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 2013/2014 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 2014/2015 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | |

Tab. 6-3: Gegenüberstellung von Untersuchungsjahren und Jagdjahren.

| Untersuchungsjahr | Jagdjahr (JJ) | Maßnahmen | Untersuchungs- zeitraum |
|-------------------|---------------|--|----------------------------|
| 0 | 2010/2011 | Auswahl der Teststrecken und Präventionsmaßnahmen, Ausbringen der Maßnahmen | |
| 1 | 2011/2012 | Datenaufnahme | |
| 2 | 2012/2013 | Datenaufnahme, laufende Auswertung | |
| 3 | 2013/2014 | Datenaufnahme, laufende Auswertung | |
| 4 | 2014/2015 | Datenaufnahme, Endauswertung | |

Tab. 6-4: F-Test und t-Test für Wildunfallhäufigkeit vor und nach Zeitumstellung.

| | WTK-SH | | IWGD | |
|-----------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| | MESZ-MEZ | MEZ-MESZ | MESZ-MEZ | MEZ-MESZ |
| F-Test | | | | |
| <i>df</i> | 57 | 57 | 115 | 86 |
| <i>p</i> | 0,040187917 | 4,38714e-07 | 0,053252676 | 0,00 |
| t-Test | | | | |
| <i>df</i> | 108 | 85 | 230 | 107 |
| <i>t</i> | -0,659698362 | -5,585185699 | 0,455868047 | -4,1893938 |
| <i>p</i> | 0,255425887 | 1,3732e-07 | 0,324457491 | 2,88442e-05 |

Tab. 6-6: Ergebnisse der Multiple Correspondence Analysis für Wildunfälle mit Rehen und Damhirschen. Berücksichtigte Variablen waren *Art, Jahreszeit, Zeit, Verkehr, Landschaft*.

| Eigenvalues | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Dim. 1 | Dim. 2 | Dim. 3 | Dim. 4 | Dim. 5 | Dim. 6 | Dim. 7 | Dim. 8 | Dim. 9 |
| Variance | 0.388 | 0.315 | 0.289 | 0.254 | 0.245 | 0.231 | 0.220 | 0.212 | 0.205 |
| % of var. | 8.815 | 7.164 | 6.577 | 5.778 | 5.560 | 5.243 | 5.001 | 4.824 | 4.648 |
| Cumulative % of var. | 8.815 | 15.979 | 22.556 | 28.333 | 33.893 | 39.136 | 44.137 | 48.961 | 53.609 |
| | Dim. 10 | Dim. 11 | Dim. 12 | Dim. 13 | Dim. 14 | Dim. 15 | Dim. 16 | Dim. 17 | Dim. 18 |
| Variance | 0.202 | 0.200 | 0.199 | 0.193 | 0.191 | 0.183 | 0.165 | 0.157 | 0.151 |
| % of var. | 4.585 | 4.547 | 4.519 | 4.380 | 4.340 | 4.162 | 3.742 | 3.562 | 3.438 |
| Cumulative % of var. | 58.194 | 62.741 | 67.260 | 71.640 | 75.980 | 80.142 | 83.883 | 87.445 | 90.884 |
| | Dim. 19 | Dim. 20 | Dim. 21 | Dim. 22 | | | | | |
| Variance | 0.130 | 0.121 | 0.106 | 0.045 | | | | | |
| % of var. | 2.946 | 2.753 | 2.406 | 1.012 | | | | | |
| Cumulative % of var. | 93.829 | 96.582 | 98.988 | 100.000 | | | | | |

| Individuals (the 10 first) | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | Dim. 1 | ctr | cos2 | Dim. 2 | ctr | cos2 | Dim. 3 | ctr | cos2 |
| 1 | 0.194 | 0.019 | 0.007 | 0.519 | 0.169 | 0.049 | -0.616 | 0.260 | 0.069 |
| 2 | -0.052 | 0.001 | 0.001 | -0.084 | 0.004 | 0.002 | 0.486 | 0.161 | 0.061 |
| 3 | -0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.507 | 0.162 | 0.082 | 0.415 | 0.118 | 0.055 |
| 4 | -0.149 | 0.011 | 0.009 | -0.207 | 0.027 | 0.017 | -0.419 | 0.120 | 0.070 |
| 5 | 0.144 | 0.011 | 0.005 | 0.462 | 0.134 | 0.050 | 0.564 | 0.218 | 0.075 |
| 6 | -0.061 | 0.002 | 0.001 | 0.430 | 0.116 | 0.059 | 0.354 | 0.086 | 0.040 |
| 7 | -0.177 | 0.016 | 0.011 | -0.048 | 0.001 | 0.001 | 0.371 | 0.094 | 0.049 |
| 8 | -0.341 | 0.059 | 0.039 | 0.240 | 0.036 | 0.019 | -0.104 | 0.007 | 0.004 |
| 9 | -0.603 | 0.186 | 0.124 | 0.552 | 0.192 | 0.103 | -0.175 | 0.021 | 0.010 |
| 10 | -1.003 | 0.513 | 0.187 | 0.141 | 0.012 | 0.004 | -0.419 | 0.120 | 0.033 |

| Categories (the 10 first) | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|---------|--------|-------|-------|---------|
| | Dim. 1 | ctr | cos2 | v. test | Dim. 2 | ctr | cos2 | v. test | Dim. 3 | ctr | cos2 | v. test |
| Cc | 0.222 | 1.625 | 0.087 | 6.639 | 0.421 | 7.183 | 0.314 | 12.582 | -0.049 | 0.108 | 0.004 | -1.475 |
| Dd | -0.394 | 2.884 | 0.087 | -6.639 | -0.747 | 12.748 | 0.314 | -12.582 | 0.088 | 0.191 | 0.004 | 1.475 |
| Frühling | 0.711 | 5.373 | 0.131 | 8.132 | 0.113 | 0.167 | 0.003 | 1.292 | -0.014 | 0.003 | 0.000 | -0.165 |
| Herbst | -0.466 | 3.964 | 0.119 | -7.747 | -0.353 | 2.800 | 0.068 | -5.870 | -0.158 | 0.612 | 0.014 | -2.630 |
| Sommer | 0.053 | 0.031 | 0.001 | 0.625 | 1.206 | 20.107 | 0.405 | 14.289 | -0.040 | 0.025 | 0.000 | -0.479 |
| Winter | 0.032 | 0.012 | 0.000 | 0.383 | -0.726 | 7.409 | 0.150 | -8.696 | 0.306 | 1.433 | 0.027 | 3.664 |
| 00-02 | 0.029 | 0.002 | 0.000 | 0.157 | 1.445 | 7.084 | 0.118 | 7.710 | -0.732 | 1.977 | 0.030 | -3.903 |
| 02-04 | 0.337 | 0.174 | 0.003 | 1.322 | -0.090 | 0.015 | 0.000 | -0.353 | -0.992 | 2.019 | 0.030 | -3.896 |
| 04-06 | -0.051 | 0.013 | 0.000 | -0.375 | 0.508 | 1.588 | 0.028 | 3.738 | 0.070 | 0.033 | 0.001 | 0.516 |
| 06-08 | 0.139 | 0.165 | 0.004 | 1.392 | -0.126 | 0.168 | 0.003 | -1.267 | -0.057 | 0.037 | 0.001 | -0.570 |

| Categorical variables (eta2) | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| | Dim. 1 | Dim. 2 | Dim. 3 |
| Art | 0.087 | 0.314 | 0.004 |
| Jahreszeit | 0.182 | 0.480 | 0.030 |
| Zeit | 0.152 | 0.392 | 0.177 |
| Verkehr | 0.745 | 0.329 | 0.624 |
| Landschaft | 0.773 | 0.061 | 0.611 |

Teil C: Beschreibung der Teststrecken

B 4 Springhoe (B004_SP)

Abb. 6-25: Teststrecke B004_SP. A: Teststrecke mit blauem Halbkreisreflektor, B: Teststrecke mit Duftzaun.

Lage: Bundesstraße 4, Abschnitt 40, zwischen Heidkaten und Lentförden.

Orientierung: Süd → Nord.

Präventionsmaßnahmen: Blauer Halbkreisreflektor, Duftzaun.

Anzahl der Teststrecken: 2 (1x Reflektor, 1x Duftzaun)

Länge der Teststrecken: Reflektor 350 m, Duftzaun 300 m.

Länge des Gesamtabschnittes: 3,8 km.

Landschaftsstruktur: Im Bereich der Reflektorstrecke verläuft die Bundesstraße teilweise durch einen Waldausläufer, rechts gemischter Altholzbestand, links gezäunte Anpflanzung (hauptsächlich Eiche). Im Weiteren Wiesen und Äcker mit Feldgehölzen und Knicks in unmittelbarer Nähe. Die letzten 100 Meter verlaufen in einer Waldrandlage mit Wald rechts und Acker links. Die mit Duftzaun ausgestattete Teststrecke verläuft durch ein gut 70 Hektar großes, Waldstück, hauptsächlich Kiefer, Birke, Eiche, welches direkt an ein rechts der B 4 gelegenes Waldgebiet in der Kaltenkirchener Heide anschließt.

Streckenverlauf: Gerade, leicht wellig.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 6,5 m, links 1,8 m breiter Radweg, durch 1,5 m breiten Grünstreifen von Fahrbahn getrennt. Durch geraden Streckenverlauf Sicht nach vorn insgesamt gut. In der Reflektorstrecke wird die Sicht in den Wald durch Büsche, Sträucher und Baumverjüngung behindert. Im Waldrandbereich Sicht auf das angrenzende Feld grundsätzlich frei, durch Baumreihe zwischen Radweg und Feld leicht eingeschränkt. In der Duftzaunstrecke wird die Sicht in den Waldrand durch Sträucher und tiefhängende Äste behindert.

Wildarten: Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: Keine

Verkehrsaufkommen, täglich durchschnittlich / maximal: 5.801 / 7.941 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 85 \text{ km/h}$, $v_{85} = 99 \text{ km/h}$.

Sonstiges: Die Auswahl der B 4 als Teststrecke beruhte zunächst auf der Betrachtung der Wildunfallzahlen des Gesamtabschnittes von knapp vier Kilometern Länge. Innerhalb dieser Strecke wurden zunächst je ein Duftzaun- und Reflektorabschnitt in zwei vormals als Wildunfallsschwerpunkte wahrgenommenen Bereichen eingerichtet. Die räumliche Auflösung der Wildunfalldaten (auch vor Ausbringung der Maßnahmen) erlaubte es die beiden Maßnahmenabschnitte in der Auswertung zu trennen und als eigenständige Teststrecken zu betrachten. Dies hatte zur Folge, dass die ursprünglich geforderte Mindestzahl von acht Wildunfällen pro Jahr und laufendem Straßenkilometer im Bereich der Reflektoren nur knapp erreicht werden konnte. Im Bereich des 300 Meter langen Duftzaunes kam es vor dessen Ausbringung lediglich zu ein bis zwei Wildunfällen pro Jahr ($\approx 4,4 \text{ WU a}^{-1} \text{ km}^{-1}$).

B 77 Itzehoe (B077_IZ)



Abb. 6-26: Teststrecke B077_IZ. A: Stadforst Itzehoe, Blickrichtung Klosterholz / Hungriger Wolf, B: Höhe Klosterholz, Blickrichtung Itzehoe.

Lage: Bundesstraße 77, Abschnitt 70, zwischen Itzehoe und Hungriger Wolf.

Orientierung: Süd → Nord / Südwest → Nordost

Präventionsmaßnahmen: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 2,9 km.

Landschaftsstruktur: Zunächst geschlossener Waldkomplex (1,6 km), rechts höherer Laubholzanteil, links höherer Anteil Nadelhölzer, im weiteren Verlauf Waldrandlage (rechts Wald, links Feld), auf den letzten 400 Metern in offenes Gelände übergehend.

Streckenverlauf: Im Wald zunächst kurviger, kuppiger Verlauf, dann überwiegend gerade, mit zwei weitläufigen Kurven.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 7 m, rechts neben der Bundesstraße ca. 2 m breiter Radweg, durch ca. 1,5 m breiten Grünstreifen von der Straße getrennt. Die übersichtliche Breite beträgt – je nach Bewuchs an den Seiten zwischen 12 und 17 Metern. Im Wald nur kurze

Sichtstrecken nach vorne möglich, zu den Seiten wird Sicht durch teilweise dichte Verjüngung sowie Büsche und Sträucher am Straßenrand eingeschränkt bis verhindert. In Waldrandlage und im offenen Abschnitt Sicht in die Felder insgesamt gut.

Wildarten: Hauptsächlich Reh, vereinzelt Wildschwein, Vorkommen von Rothirsch und Damhirsch nicht bekannt.

Warnbeschilderung: Keine

Verkehrsaufkommen, täglich durchschnittlich / maximal: 6.152 / 7.680 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 81$ km/h, $v_{85} = 95$ km/h.

B 202 Friederikenhof (B202_FR)



Abb. 6-27: Teststrecke B202_FR. A: Blick vom Radweg hoch zur B202, im Bereich des ersten Duftzaunes, B: Blickrichtung Döhnsdorf-Lütjenburg, C: Dritter Duftzaunabschnitt, Blickrichtung Weißenhaus-Ehlerstorf.

Lage: Bundesstraße 202, Abschnitt 740, zwischen Döhnsdorf und Weißenhaus.

Orientierung: West → Ost.

Präventionsmaßnahme: Duftzaun

Länge der Teststrecke: 1,8 km.

Anzahl Testabschnitte: 3

Länge der Testabschnitte: 120 m, 180 m, 180 m

Landschaftsstruktur: Wechsel von kleineren Waldstücken, landwirtschaftlichen Nutzflächen, Grünland und Weiden.

Streckenverlauf: Überwiegend gerader Verlauf, ohne enge Kurven.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 6,5 m, rechts neben der Straße 1,8 m breiter Radweg, dazwischen 2-6 m (teilweise bis 15 m) breiter Grünstreifen.

Im Bereich des ersten Duftzauns verlaufen Baumreihen beiderseits der Bundesstraße, dadurch Behinderung der Sicht auf die neben der Straße liegenden Acker- bzw. Grünlandflächen. Gelände rechts neben der Straße zum Radweg hin stark abfallend, dadurch der Radweg bis zu 15 Meter von der Straße entfernt. Insgesamt wird die Sicht durch dicht an der Straße stehende Bäume behindert, so dass der überschaubare Bereich auf die Straße an sich beschränkt ist.

Wildarten: Damhirsch, Wildschwein, Reh

Warnbeschilderung: VZ 142 in beiden Fahrtrichtungen, sowohl vor als auch innerhalb der Teststrecke.

Verkehrsaufkommen, täglich durchschnittlich / maximal: 4.866 / 7.771 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h; bis 2015 von Anfang Oktober bis Anfang September zwischen 16 Uhr und 8 Uhr: 70 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: Ganzjähriges Mittel: $v_{85} = 98$ km/h, $v_{50} = 82$ km/h; Oktober - Februar, 16 - 08 Uhr: $v_{50} = 79$ km/h, $v_{85} = 93$ km/h; März - September, 16 - 08 Uhr: $v_{50} = 87$ km/h, $v_{85} = 103$ km/h.

B 202 Farve (B202_FA)

Abb. 6-28: Teststrecke B202_FA. A: Blick nach Westen in Richtung Weißenhaus, B: Abzweig/Einmündung der L 216, im Hintergrund Sichtbeeinträchtigung durch Bewuchs, im weiteren Verlauf die Ortschaft Hohenstein.

Lage: Bundesstraße 202 , Abschnitt 740 & 750, zwischen Weißenhaus und Ehlerstorf.

Orientierung: West → Ost.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 2,2 km.

Landschaftsstruktur: Die Teststrecke beginnt an der Reviergrenze Weißenhaus-Farve, gekennzeichnet durch eine quer zur Bundesstraße verlaufende Baumreihe aus Eichen (ehemaliger Knick). Diese Baumreihe schließt an kleinere Waldstück an. Links und rechts befinden sich landwirtschaftliche Felder, mit mehreren Feldgehölzinseln in wenigen hundert Metern Abstand zur Bundesstraße. Mitten im Streckenverlauf liegt die Ortschaft Hohenstein. Straße an beiden Seiten von Bäumen gesäumt, rechts durchgängig, teilweise doppelreihig (zwischen Straße und Radweg und zwischen Radweg und Feld) links teilweise unterbrochen und insgesamt lichter.

Streckenverlauf: Insgesamt gerader Verlauf, teilweise leicht kuppelt.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 6,5 m, rechts neben der Bundesstraße 1,8 m breiter Radweg, durch knapp 3 m breiten Grünstreifen von der Fahrbahn getrennt. Grundsätzlich weite Sichtstrecken möglich, vor den Kuppen ist die Sicht durch diese behindert. Im Bereich der Ortschaft Hohenstein ist Sicht durch Bebauung und Bewuchs (Bäume, Büsche, Sträucher) eingeschränkt. Nach Hohenstein wieder gerader und übersichtlicher Verlauf. Sicht zu den Seiten wird durch die Baumreihen teilweise eingeschränkt.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 vor und innerhalb der Teststrecke.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 4.334 / 6.047 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 80$ km/h, $v_{85} = 94$ km/h.

B 202 Ehlerstorf (B202_EH)

Abb. 6-29: Teststrecke B202_EH. A: Beginn der Teststrecke an Reviergrenze Farve-Ehlerstorf, Blickrichtung Osten (Ehlerstorf), am linken Schild ist das Seitenradargerät angebracht, B: Ende der Teststrecke, Blick zurück nach Osten (Farve).

Lage: Bundesstraße 202, Abschnitt 760, zwischen Hohenstein und Ehlerstorf, direkt an B202_FA anschließend.

Orientierung: West → Ost

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor

Länge der Teststrecke: 900 m.

Landschaftsstruktur: Offene Landschaft mit landwirtschaftlichen Feldern, vereinzelt Feldgehölzinseln.

Streckenverlauf: Durchgehend gerade.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 6,5 m, rechts neben der Straße ein 1,8 m breiter Radweg, zwischen Straße und Radweg ein 3-6 m breiter Grünstreifen, über weite Teile mit Bäumen bestanden, nach vorn weite Sichtstrecken möglich, zu den Seiten Sicht durch Bäume teilweise eingeschränkt. Auf den ersten ca. 200 Metern verläuft die Bundesstraße gegenüber dem angrenzenden Gelände erhöht. Durch steile Böschung und Bewuchs mit Bäumen und Sträuchern wird Sicht auf den Bereich rechts der Bundesstraße behindert. Auf den letzten ca. 450 Metern der Teststrecke bis an die Ortschaft Ehlerstorf steht eine zweite Baumreihe zwischen Radweg und angrenzendem Feld, wodurch eine Doppelreihe entsteht, welche die Sicht auf das Feld einschränkt.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 vor und innerhalb der Teststrecke.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 6.824 / 9.292 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 82$ km/h, $v_{85} = 102$ km/h.

Sonstiges: In Fahrtrichtung Westen wird nach Ehlerstorf, unmittelbar vor Beginn der Teststrecke; zusammen mit der Warnung vor Wildwechsel eine vorherige Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 80 km/h aufgehoben.

B 206 Itzehoe (B206_IZ)

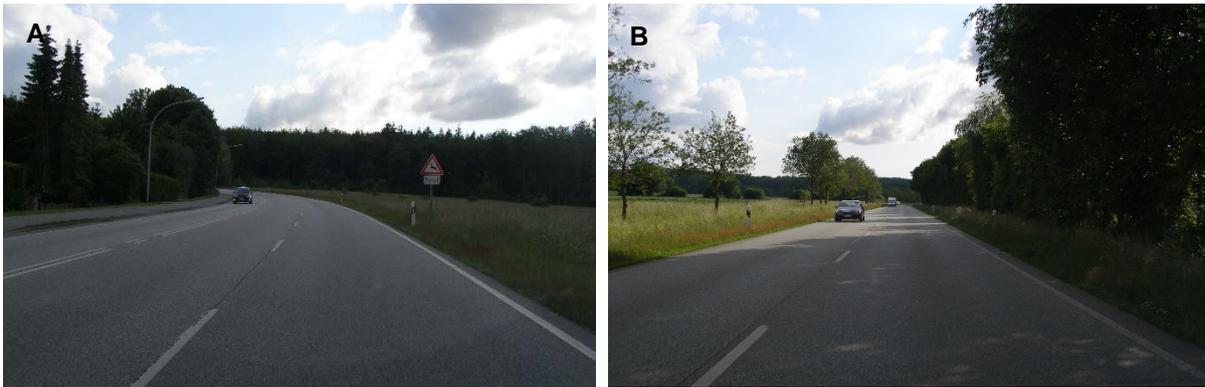


Abb. 6-30: Teststrecke B206_IZ. A: Anfang der Teststrecke, Blickrichtung Itzehoe (Westen), B: Mittelteil, Blickrichtung Itzehoe, Gras am Straßenrand verdeckt teilweise die Reflektoren.

Lage: Bundesstraße 206, Abschnitt 30, zwischen Itzehoe und Hohenlockstedt.

Orientierung: Südwest → Nordost

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 2,7 km.

Landschaftsstruktur: Von Itzehoe aus in nordöstliche Richtung zunächst für ca. 400 Meter Itzehoer Stadtwald, im weiteren Verlauf über weitere ca. 400 Meter Häuser rechts sowie Wiesen mit Waldausläufern links, danach offene Landschaft mit landwirtschaftlichen Feldern, von Gehölzinseln und Baumreihen durchzogen, die letzten ca. 360 Meter entlang eines insgesamt etwas mehr als 50 Hektar großen Waldstückes.

Streckenverlauf: Im ersten Drittel folgt die Teststrecke zwei weiten Kurven und geht dann in einen bis zum Ende geraden Verlauf über.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 7,5 m, rechts neben der Straße ein 2 m breiter Radweg, durch ca. 1,8 m breiten Grünstreifen von der Straße getrennt. Im offenen Bereich der Teststrecke zwischen Radweg und angrenzenden Feldern eine teilweise unterbrochene Baumreihe, durch welche die Sicht auf die rechts liegenden Felder behindert wird. Links parallel zur Straße ein rund 650 Meter langer durchgewachsener Knick, dadurch Blick auf das dahinter liegende Feld blockiert.

Wildarten: Reh, vereinzelt Wildschwein.

Warnbeschilderung: Wildwechsel-Warnbeschilderungen (VZ 142) befinden sich entlang der beiden Waldbereiche am Anfang und am Ende der Teststrecke. Für den ca. 1,5 km langen mittleren Abschnitt der Teststrecke besteht keine Warnung vor Wild.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 4.334 / 6.047 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h:

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 74$ km/h, $v_{85} = 86$ km/h.

B 206 Hitzhusen (B206_HI)



Abb. 6-31: Teststrecke B206_HI. A: Blick in die erste Reflektorstrecke (Blickrichtung Osten), B: Ende der zweiten Reflektorstrecke (Blickrichtung Osten).

Lage: Bundesstraße 206, Abschnitt 165, zwischen Hitzhusen und Anschlussstelle L 319 auf Höhe Bad Bramstedt.

Orientierung: West → Ost.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 2,2 km.

Anzahl Testabschnitte: 2.

Längen der Testabschnitte: 350 m, 500 m.

Landschaftsstruktur: Viele kleine Felder für Getreideanbau und Grünlandwirtschaft mit zahlreichen Knicks, vereinzelt Extensivnutzungsflächen.

Streckenverlauf: Überwiegend gerade mit weiten Kurven.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 7,5 m, insgesamt weite Sichtstrecken nach vorne möglich, Sicht in die Seitenbereiche durch parallel verlaufende Baum- bzw. Strauchreihen und Böschungen immer wieder eingeschränkt.

Wildarten: Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 auf dem gesamten Streckenabschnitt, in beide Fahrtrichtungen, Wiederholung alle 2 km.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 3.293 / 4.662 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: Bis Juli 2014 80 km/h, danach 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 77$ km/h, $v_{85} = 96$ km/h (Messungen vor Juli 2014).

B 206 Bad Bramstedt (B206_BB)

Abb. 6-32: Teststrecke B206_BB. A: Blickrichtung Osten (BAB 7), B: Blickrichtung Westen (Bad Bramstedt), C: Erneuerung der Fahrbahndecke im Juni 2013, D: Warnbeschilderung und bis Juli 2014 bestehende Geschwindigkeitsbegrenzung.

Lage: Bundesstraße 206, Abschnitt 205 (alt 210), zwischen Bad Bramstedt und BAB 7.

Orientierung: West → Ost

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 950 m.

Landschaftsstruktur: Teststrecke verläuft zunächst auf rund 650 Metern durch ein insgesamt etwas über 100 ha großes Waldstück (Laubholz-Nadelholz-Mischwald mit überwiegend lichten Rändern zur Straße), auf den letzten ca. 300 Metern führt durch landwirtschaftliche Felder.

Streckenverlauf: Durchgehend gerade

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 7,5 m, links ein 1,8 m breiter Radweg, dazwischen 3-4 m breiter Grünstreifen mit Bäumen. Durch geraden Straßenverlauf nach vorne weite Sichtstrecken möglich. Zu den Seiten wird die Sicht durch den nahen Waldrand eingeschränkt, vereinzelt verhindern Baumverjüngung oder Büsche den Blick zur Seite vollständig.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 ↑1,8 km↑ in beide Fahrtrichtungen vor Teststrecke.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 11.223 / 13.514 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: Bis Juli 2014 80 km/h, danach 100 km/h, Beschränkung der zul. Höchstgeschwindigkeit wurde zusammen mit Geschwindigkeitsbeschränkung entlang der neuen Ortsumgebung aufgehoben.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 78$ km/h, $v_{85} = 92$ km/h (Messungen vor Juli 2014).

Sonstiges: Erneuerung der Fahrbahndecke im Juni 2013.

B 206 Segeberger Forst (B206_SF)



Abb. 6-33: Teststrecke B206_SF. A: Blick nach Osten, in Richtung Bad Segeberg, B: Blick nach Westen

Lage: Bundesstraße 206, Abschnitt 260, zwischen der BAB 7 und Bad Segeberg, im westlichen Teil des Segeberger Forstes.

Orientierung: West → Ost.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 1,8 km.

Landschaftsstruktur: Geschlossener Wald, über weite Teile sind Nadelbäume in Straßennähe bestandsbildend, teilweise auch Eichen in Straßennähe bzw. unmittelbar am Straßenrand.

Streckenverlauf: Durchgehend gerade.

Übersichtlichkeit: Fahrbahn 7,5 Meter breit, links davon ein ca. 1,8 Meter breiter Radweg, durch Grünstreifen von der Fahrbahn getrennt. Sicht nach vorn durch den geraden Straßenverlauf insgesamt gut. Zu den Seiten wird Sicht durch nahen, dichten Waldrand, teilweise mit dichtem Trauf, und Sträucher blockiert.

Wildarten: Rothirsch, Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: Keine.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 7.740 / 10.089 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 76$ km/h, $v_{85} = 91$ km/h.

B 206 Bockhorn (B206_BH)

Abb. 6-34: Teststrecke B206_BH. A: Blick nach Osten, vom Ende des ersten Duftzaunes aus. B: Blick zurück nach Westen in den Bereich des ersten Duftzaunes.

Lage: Bundesstraße 206, Abschnitt 270, zwischen Bockhorn und Schafhaus.

Orientierung: West → Ost.

Präventionsmaßnahme: Duftzaun.

Länge der Teststrecke: 1,2 km.

Anzahl Testabschnitte: 2.

Länge der Testabschnitte: 400 m, 300 m.

Landschaftsstruktur: Geschlossener Wald, südlicher Ausläufer des Segeberger Forstes.

Streckenverlauf: In den Bereichen der Duftzäune verläuft die Bundesstraße gerade, zwischen den Duftzäunen eine langgestreckte Rechtskurve.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 7,5 m, links 2 m breiter Radweg, dazwischen 2 m breiter Grünstreifen. In den geraden Bereichen Sicht nach vorne gut, Sicht in die Seitenbereiche wird durch den Waldrand stark eingeschränkt. Durch Kurvenverlauf und Wald ist der Bereich hinter der Kurve erst ab ungefähr der Hälfte der Kurve einsehbar. Im Bereich der Kurve fällt das Gelände rechts der Straße leicht ab, dadurch Sicht auf Wild zusätzlich erschwert.

Wildarten: Rothirsch, Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 in Fahrtrichtung Osten nach Ortsausgang Bockhorn, unmittelbar vor erstem Duftzaunabschnitt. In Richtung Westen unmittelbar vor der Teststrecke keine Warnung, nächstgelegenes VZ 142 nach dem Ortsausgang Wittenborn, ca. 3,2 km vor Teststrecke und 1 km vor Einmündung der L 78 („Barker Einschnitt“), danach keine weitere Warnung vor Wildwechsel.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 9.259 / 12.524 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 79$ km/h, $v_{85} = 92$ km/h.

B 206 Schafhaus (B206_SH)

Abb. 6-35: Teststrecke B206_SH.

Lage: Bundesstraße 206, Abschnitt 270 & 280, zwischen Schafhaus und Bad Segeberg.

Orientierung: West → Ost.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 1,6 km.

Landschaftsstruktur: Links Wald, rechts strukturreiche Landschaft mit landwirtschaftlichen Feldern und zahlreichen Knicks und Waldzungen, die fast rechtwinklig auf die Straße treffen.

Streckenverlauf: Überwiegend gerade, mit vereinzelt weiten Kurven.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 7,5 m, rechts 2 m breiter Radweg, durch 2-3 m breiten Grünstreifen von Fahrbahn getrennt. Sicht nach vorne überwiegend gut, in den Kurvenbereichen teilweise eingeschränkt. Nach Norden (in Fahrtrichtung Bad Segeberg links) wird Sicht zur Seite durch Waldrand sowie zusätzlich durch Büsche und Sträucher stark behindert. Sicht nach rechts (Süden) durch Baum- und Strauchreihe zwischen Radweg und Feldern auf weiten Teilen stark eingeschränkt.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 in Richtung Westen nach dem Ortsausgang Wittenborn, unmittelbar vor der Teststrecke. In Fahrtrichtung Osten keine Warnung vor Teststrecke. Aus Richtung Bad Bramstedt / BAB 7 kommend stand das zur Teststrecke „nächste“ VZ 142 hinter Bockhorn, ca. 2,1 km vor Beginn der Reflektoren. Nach Einmündung der L 78 im „Barker Einschnitt“ in beide Fahrtrichtung keine Wildwechselwarnschilder.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 9.202 / 12.390 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 80$ km/h, $v_{85} = 95$ km/h.

Sonstiges: Nördlich der Bundesstraße befindet sich der ehemalige Standortübungsplatz des Bad Segebergers Panzergrenadierbataillons 182 (2008 aufgelöst). Der Bereich des Standortübungsplatzes ist inzwischen ein beliebtes Naherholungsgebiet.

B 430 Schönweide (B430_SW)

Abb. 6-36: Teststrecke B430_SW. A: Blick aus Südwesten in die Teststrecke, B: dichter Bewuchs am rechten Straßenrand.

Lage: Bundesstraße 430, Abschnitt 330, zwischen Plön und Lütjenburg, Nähe Schönweide.

Orientierung: Südwest → Nordost.

Präventionsmaßnahme: Duftzaun.

Länge der Teststrecke: 500 m.

Landschaftsstruktur: Rechts rund 50 ha großes Waldstück, überwiegend Laubwald (hauptsächlich Buche, vereinzelt Eiche), am Ende der Teststrecke 4 ha Fichte. Links dichter Knick parallel zur Straße, dahinter landwirtschaftliche Felder.

Streckenverlauf: Durchgehend gerade.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 7,5 m, nach vorne weite Sichtstrecken möglich, durch dichten Waldrand mit Sträuchern und Büschen bis unmittelbar an Straßenrand und parallelen Knick keine Sicht in die Seitenbereiche möglich.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 in beide Fahrtrichtungen unmittelbar vor Teststrecke mit Längenangabe 500 m. In Richtung Lütjenburg zusätzlich das Warnschild zur Damwildbrunft (Abb. 6-3) dauerhaft aufgestellt.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 3.377 / 5.289 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h, in Fahrtrichtung Lütjenburg Aufhebung einer vorherigen Geschwindigkeitsbegrenzung auf 70 km/h kurz nach dem VZ 142 und unmittelbar am Beginn des Duftzaunes.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 86$ km/h, $v_{85} = 105$ km/h.

B 432 Groß Niendorf (B432_GN)

Abb. 6-37: Teststrecke B432_GN. A: Blick nach Nordosten in Richtung Groß Niendorf, B: Blick nach Südwesten.

Lage: Bundesstraße 432, Abschnitt 190, zwischen Borstel und Groß Niendorf.

Orientierung: Südwest → Nordost.

Präventionsmaßnahme: Duftzaun.

Länge der Teststrecke: 420 m.

Landschaftsstruktur: Strukturreiche Landschaft mit kleinen Feldern und zahlreichen Knicks und Gehölzinseln. Teststrecke verläuft durch 22 ha großes Waldstück. Der größere Teil links der Bundesstraße ist lichter Birken-Eichen-Wald. Der kleinere und schmalere rechte Teil besteht hauptsächlich aus einem Nadelholz-Laubholz-Mischbestand.

Streckenverlauf: Durchgehend gerade.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 7,5 m, rechts daneben 1,5 m breiter Grünstreifen sowie 1,8 m breiter Radweg. Nach vorne weite Sichtstrecken möglich, zu den Seiten Sichtbehinderung entlang beider Straßenränder durch Waldrand und teilweisen dichten Strauchwuchs.

Wildarten: Damhirsch, Reh.

Warnbeschilderung: Keine dauerhafte Warnbeschilderung vor Wildwechsel (VZ 142). Von Oktober bis Mitte Dezember saisonale Warnschilder zur Warnung vor starkem Wildwechsel während der Damhirschbrunft (Abb. 6-3).

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 9.053 / 11.057 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 82$ km/h, $v_{85} = 99$ km/h.

B 432 Wensin (B432_WE)

Abb. 6-38: Teststrecke B432_WE. A: Duftzaunstrecke im Mai, Blickrichtung Nordosten, B: Reflektorstrecke im Juni, Blickrichtung Bad Segeberg (Südwesten).

Lage: Bundesstraße 432, Abschnitt 300 & 310, zwischen Bad Segeberg und Ahrensböök.

Orientierung: West → Südwest → Ostnordost

Präventionsmaßnahmen: Duftzaun, Blauer Halbkreisreflektor.

Anzahl Teststrecken: 2 (1 x Duftzaun, 1 x Blauer Halbkreisreflektor.)

Länge der Teststrecke: Duftzaun 160 m, Reflektor 950 m.

Länge des Gesamtabschnittes: 4,2 km.

Landschaftsstruktur: Zu beiden Seiten der Bundesstraße landwirtschaftliche Nutzflächen, vereinzelt stoßen Knicks rechtwinklig auf die Straße. Im Bereich der Duftzaunstrecke, grenzt rechts ein kleines, schmales Waldstück an die Bundesstraße. Im Bereich der Reflektorstrecke verläuft die Bundesstraße entlang eines ca. 25 ha großen Waldstückes.

Streckenverlauf: Insgesamt gerade.

Übersichtlichkeit: Nach vorne weite Sichtstrecken möglich. Sicht in die Seitenbereiche wird durch Bäume und Büsche parallel zur Straße stark eingeschränkt, in der Vegetationszeit entstehen durch den Bewuchs teilweise tunnelartige Bereiche. Die Fahrbahn ist 7,5 Meter breit. Links neben der Bundesstraße verläuft ein Radweg. Der Grünstreifen zwischen Straße und Radweg ist dicht mit Bäumen und Büschen bestanden, so dass sich durch den Radweg kein Gewinn an Übersichtlichkeit ergibt.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 im Bereich der Reflektorstrecke, in beide Richtungen mit Längenangabe 1 km. Im Übrigen keine weiteren Warnschilder.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 5.105 / 9.388 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 88$ km/h, $v_{85} = 102$ km/h,

B 501 Klaustorf (B501_KL)

Abb. 6-39: Teststrecke B501_KL.

Lage: Bundesstraße 501, Abschnitt 120, zwischen Neukirchen und Heiligenhafen.

Orientierung: Süd → Nord.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 1,8 km.

Landschaftsstruktur: Zu beiden Seiten landwirtschaftliche Nutzflächen, vereinzelt mit kleinen Gehölzgruppen durchsetzt, Bundesstraße alleeartig durch Laubbäume gesäumt.

Streckenverlauf: Weite Linkskurve.

Übersichtlichkeit: Insgesamt gut, Fahrbahnbreite 6,5 m, links 2 m breiter Radweg, durch 5-10 m breiten Grünstreifen von der Straße getrennt. Durch flaches Geländeprofil und offene Landschaft wirkt sich der Kurvenverlauf nicht einschränkend aus, Bäume schränken die Sicht zur Seite teilweise etwas ein.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 in beide Richtungen, vor und innerhalb der Teststrecke, in Abständen von 1,5 km.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 2.913 / 5.350 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 80 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 74$ km/h, $v_{85} = 88$ km/h.

L 69 Steenkrütz (L069_SK)

Abb. 6-40: Teststrecke L069_SK. A: Blickrichtung Süden (Frühling), B: Blickrichtung Norden (Frühsommer)

Lage: Landesstraße 69, Abschnitt 100, zwischen Berlin und Gnissau.

Orientierung: Nord → Süd.

Präventionsmaßnahme: Duftzaun.

Länge der Teststrecke: 500 m

Anzahl Testabschnitte: 2.

Länge der Testabschnitte: 120 m, 80 m.

Landschaftsstruktur: Buchen-Fichten-Wald (23 ha), in Straßennähe überwiegend Buche.

Streckenverlauf: Aus einer in das Waldstück führenden Rechtskurve zunächst für ca. 150 m gerade, daran anschließend eine Linkskurve, nach welcher die Straße zum Ende des Waldstücks ansteigt.

Übersichtlichkeit: Insgesamt durch geringe Fahrbahnbreite von 6 m und dicht bis an den Straßenrand stehende Bäume und Sträucher beeinträchtigt. Durch engen Kurvenradius und Bäume, ist der Kurvenausgang und der dahinter liegende Bereich aus beiden Fahrtrichtungen erst in der jeweils zweiten Hälfte der Kurve zu sehen.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: Keine.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 1.830 / 2.385 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Geschwindigkeiten: $v_{50} = 69$ km/h, $v_{85} = 81$ km/h.

Sonstiges: Bei Ortsterminen wurde wiederholt bemerkt, dass aus Richtung Gnissau kommende Fahrzeuge vor der Kurve hupen, hauptsächlich handelte es sich dabei um Lkw. Das Hupen sollte vermutlich Wild von der Fahrbahn bzw. aus Straßennähe vertreiben.

L 84 Bühnsdorf (L084_BD)

Abb. 6-41: Teststrecke L084_BD. A: erster Duftzaunabschnitt, Blickrichtung Westen, B: zweiter Duftzaunabschnitt, Blickrichtung Westen.

Lage: Landesstraße 84, Abschnitt 30, zwischen Bühnsdorf und Reinfeld.

Orientierung: West → Ost → Südost.

Präventionsmaßnahme: Duftzaun.

Länge der Teststrecke: 2,8 km.

Anzahl der Testabschnitte: 2.

Länge der Testabschnitte: 260 m, 110 m.

Landschaftsstruktur: Offene Landschaft mit landwirtschaftlichen Feldern, vereinzelt Knicks.

Rechts ca. 130 ha großes Waldstück, ungefähr in der Mitte der Teststrecke für 150 m an L 84 angrenzend, Gelände hier beiderseits der Straße abfallend, Sicherung der Straße mit Schutzplanke.

Streckenverlauf: Weitläufige Kurven mit kurzen geraden Zwischenstücken.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 6 m, fast durchgehend Bäume und Büsche an beiden Straßenrändern. Sicht nach vorn durch kurvigen Verlauf immer wieder begrenzt, zu den Seiten stark eingeschränkt.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: Aus Bühnsdorf kommend befand sich in Fahrtrichtung Osten/Südosten keine Warnung vor Wildwechsel. In Fahrtrichtung Nordwesten/Westen (nach Bühnsdorf) stand ein VZ 142 [↑ 4 km ↑] kurz nach Altenweide, ca. 1,5 km vor dem, in Fahrtrichtung, ersten Duftzaun und ca. 2,3 km vor dem zweiten Duftzaun.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 886 / 1.280 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 76$ km/h, $v_{85} = 93$ km/h.

L 121 Lockstedt (L121_LO)

Abb. 6-42: Teststrecke L121_LO. A: Beginn des Duftzaunabschnitts am Ortsausgang Lockstedt, Blickrichtung Nord-Osten, B: Ende des Duftzauns, Blickrichtung Süd-Westen

Lage: Landesstraße 121, Abschnitt 40, zwischen Lockstedt und Hennstedt.

Orientierung: Südost → Nordwest.

Präventionsmaßnahme: Duftzaun.

Länge der Teststrecke: 1,1 km.

Landschaftsstruktur: Wechsel von Waldrandlagen, im Zuge des östlichen Ausläufers des Schierenwaldes, und Feldern mit zahlreichen Knicks Gehölzgruppen und Waldzungen.

Streckenverlauf: Im ersten Teil einer Linkskurve folgend, dann gerade und ansteigend, zum Ausgang wieder leicht abfallend.

Übersichtlichkeit: Fahrbahn 6,5 m breit, rechts 2 m breiter Radweg, durch 4-6 m breiten Grünstreifen von Straße getrennt. Sicht nach vorne ist durch Kurve und Kuppe eingeschränkt. Zur Seite behindern Waldränder sowie Knicks die Sicht, lediglich im ersten Teil des Duftzaunabschnitts Sicht nach rechts frei.

Wildarten: Rothirsch, Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 [↑2,2 km↑] in Richtung Hennstedt (Nordwesten) nach Ortsausgang Lockstedt, unmittelbar vor Beginn der Teststrecke. VZ 142 [↑2,2 km↑] in Richtung Lockstedt (Südosten) nach Ortsausgang Hennstedt, ca. 1,6 km vor Duftzaun. Von Oktober bis Dezember in beide Richtungen zusätzlich Warnschilder zur Damwildbrunft (Abb. 6-3) unmittelbar vor Duftzaunabschnitt.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 2.521 / 4.498 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 81$ km/h, $v_{85} = 94$ km/h.

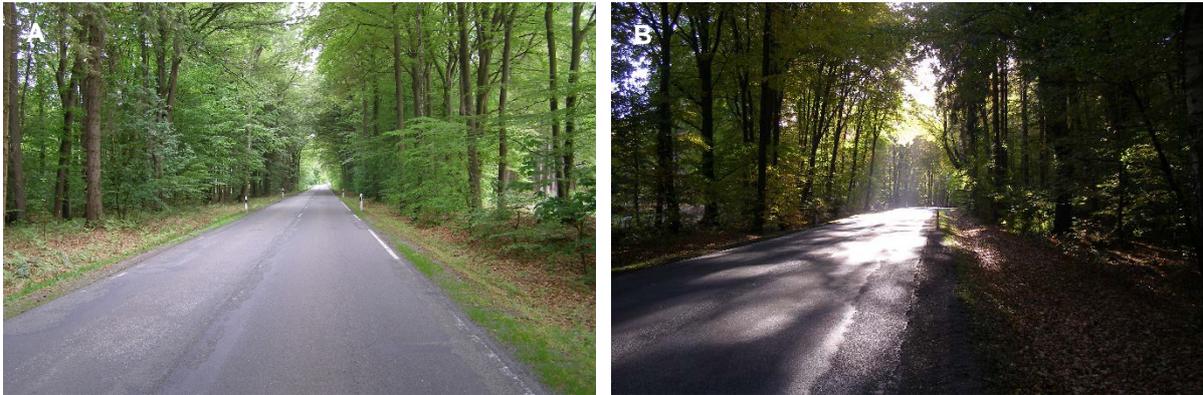
L 123 Hennstedt (L123_HE)

Abb. 6-43: Teststrecke L123_HE. A: Blick aus der Mitte des Duftzaunabschnittes in Richtung Hennstedt, B: Blick in Richtung Rade.

Lage: Landesstraße 123, Abschnitt 30, zwischen Hennstedt und Rade.

Orientierung: Nordwesten → Süden.

Präventionsmaßnahme: Duftzaun.

Länge der Teststrecke: 350 m.

Landschaftsstruktur: Geschlossener Wald, Ausläufer des Hennstedter Holzes, ca. 1.400 ha großer Wald zwischen Hennstedt, Meezen und Aukrug, mit Anschluss an den Schierenwald.

Streckenverlauf: Gerade. Am Waldeingang und -ausgang jeweils eine weite Kurve.

Übersichtlichkeit: Die Straße ist 6 Meter breit. Durch den geraden Streckenverlauf im Bereich des Duftzauns ist die Sicht nach vorn gut. Zu den Seiten wird die Sicht durch die Bäume und Verjüngung am Straßenrand eingeschränkt.

Wildarten: Rothirsch, Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: In beide Richtungen wurde durch VZ 142 [\uparrow 2,4 km \uparrow] vor Wildwechsel gewarnt - nach dem Ortsausgang Hennstedt, ca. 1,6 km vor dem Duftzaun, in Richtung Norden, aus Rade kommend, ca. 500 m vor Duftzaun. Zusätzlich waren von Oktober bis Dezember vor dem Wald die Warnschilder zur Damwildbrunft (Abb. 6-3) aufgestellt.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 1.366 / 2.143 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 86$ km/h, $v_{85} = 103$ km/h.

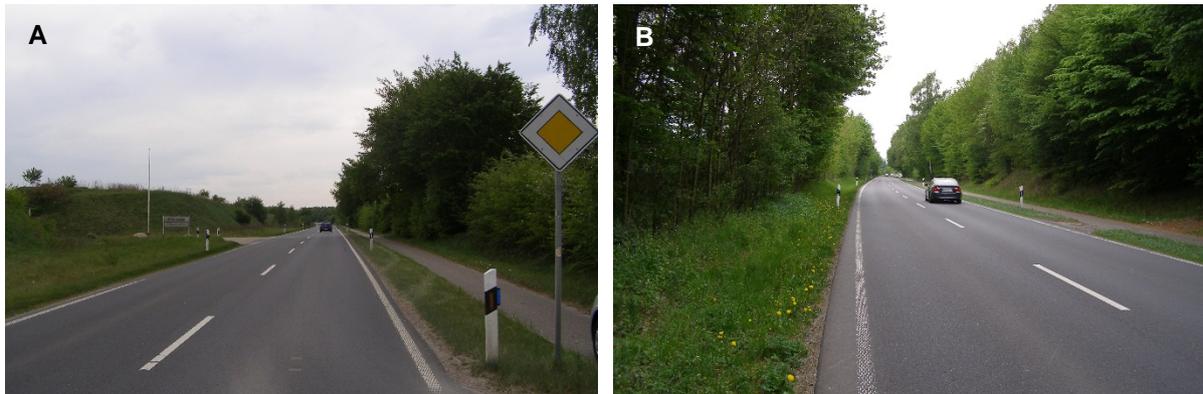
L 298 Langwedel (L298_LW)

Abb. 6-44: Teststrecke L298_LW. A: Blick nach Südwesten auf Höhe des Kieswerkes, B: Blick nach Südwesten im weiteren Verlauf nach Kieswerk.

Lage: Landesstraße 298 , Abschnitt , zwischen Nortorf und Langwedel.

Orientierung: Südwesten. → Nordosten.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 1,4 km.

Landschaftsstruktur: Strukturreich, zunächst auf 600 m Waldrandlage (links ca. 27 ha großes Waldstück, rechts Wiese) Im weiteren Verlauf links zahlreiche kleine Felder, die durch Knicks voneinander getrennt sind, auf 1,3 km Länge treffen 17 Knicks rechtwinklig auf die Straße, rechts ein Kieswerk. Bis auf die Einfahrt ist das Werksgelände durch einen Wall von der Straße getrennt.

Streckenverlauf: Gerade.

Übersichtlichkeit: Die Straße ist 6 m breit, links verläuft ein ca. 1,8 m breiter Radweg, der durch einen ca. 1,5 m breiten Grünstreifen von der Straße getrennt ist. Durch den geraden Streckenverlauf ist die Sicht nach vorne gut. Zu den Seiten wird die Sicht durch eine Strauch- und Baumreihe links sowie den Wall zum Kieswerk rechts verhindert.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: Keine.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 3.750 / 4.570 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 81$ km/h, $v_{85} = 96$ km/h.

K 1 Travenort (K001_TR)

Abb. 6-45: Teststrecke K001_TR. A: Blick vom Anfang der Teststrecke nach Osten in Richtung Travenort, B: Ende der Teststrecke, Blick nach Westen in Richtung Garbek.

Lage: Kreisstraße 10 (Kreis Segeberg), Abschnitt 10, zwischen Garbek und Travenort.

Orientierung: West → Ost.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 900 m.

Landschaftsstruktur: Offene Landschaft mit landwirtschaftlichen Feldern. An beiden Straßenrändern über weite Teile der Teststrecke Bäume, rechts Birke, Eiche und Linde, links verschiedene Obstbäume.

Streckenverlauf: Überwiegend gerade, mit 2 weiten Linkskurven.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 5,5 m. Sicht nach vorne insgesamt gut, im Bereich der ersten Linkskurve durch Kurvenverlauf leicht eingeschränkt. Bäume an Straßenrändern schränken Sicht zu den Seiten nicht wesentlich ein.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: Keine.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 647 / 785 Fahrzeuge, verkehrsschwächste Teststrecke.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 75$ km/h, $v_{85} = 89$ km/h.

K 53 Sophienhof (K053_SO)

Abb. 6-46: Teststrecke K053_SO. A: Blickrichtung Südost, Richtung Sophienhof, B76, B: Blickrichtung Nordwest nach Schellhorn

Lage: Kreisstraße 53 (ehem. B 76), zwischen Schellhorn und Sophienhof.

Orientierung: Nordost → Südwest.

Präventionsmaßnahme: Duftzaun.

Länge der Teststrecke: 220 m.

Landschaftsstruktur: Wald. Rechts liegt ein 8 Hektar großes Waldstück, das auf 400 m Länge an die Straße grenzt. Links befindet sich eine schmale Wiese (max. 40 m breit), danach folgt ein weiteres kleines Waldstück. Zur Wiese fällt das Gelände stark ab. Die Böschung ist mit einer Schutzplanke gesichert. Unmittelbar hinter der Schutzplanke befindet sich eine dichte Baum- und Strauchreihe.

Streckenverlauf: Gerade, leicht ansteigend.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 7, rechts ein 1,5 m breiter Radweg, durch einen 2-3 m breiten Grünstreifen von der Fahrbahn getrennt. Durch den geraden Straßenverlauf ist die Sicht nach vorne gut. Nach rechts wird die Sicht durch den Waldrand eingeschränkt. Nach links ist durch die dichte Baum- und Strauchreihe der Bereich hinter der Schutzplanke nicht einsehbar.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: Keine.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 3.575 / 3.937 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h. Aus Richtung Sophienhof kommend wurde eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 70 km/h im Bereich der Kapelle Sophienhof unmittelbar vor der Teststrecke aufgehoben.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 80$ km/h, $v_{85} = 93$ km/h.

K 73 Wahlstedt (K073_WA)

Abb. 6-47: Teststrecke K073_WA. A Blick nach Süden auf den Anfang der Teststrecke.; B: Blick nach Norden in Richtung Wahlstedt.

Lage: Kreisstraße 73 (Kreis Segeberg), Abschnitt 10, zwischen Wittenborn und Wahlstedt.

Orientierung: Süd-Nord.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 1.400 m.

Streckenverlauf: Am Beginn eine weite Linkskurve, danach bis zum Ende gerade.

Landschaftsstruktur: Beidseits landwirtschaftliche Felder, mit zahlreichen auf die Straße führenden Knicks, alleearartige Baumreihen auf beiden Straßenseiten, rechts parallel zur Straße verlaufender Knick.

Übersichtlichkeit: Fahrbahnbreite 6,5 m, links 2 m breiter Radweg, durch 1,5 m breiten Grünstreifen von Fahrbahn getrennt. Durch geraden Streckenverlauf Sicht nach vorn gut, nach links durch Baumreihe und auf die Straße führende Knicks eingeschränkt, nach rechts durch Baumreihe und parallel verlaufenden Knick nicht möglich.

Wildarten: Damhirsch, Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: VZ 142 in Richtung Wahlstedt ca. 400 Meter nach Wittenborn, 550 m vor Teststrecke, in Richtung Wittenborn unmittelbar vor Teststrecke.

Verkehrsaufkommen, täglich durchschnittlich / maximal: 3.250 / 5.674 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 87$ km/h, $v_{85} = 104$ km/h.

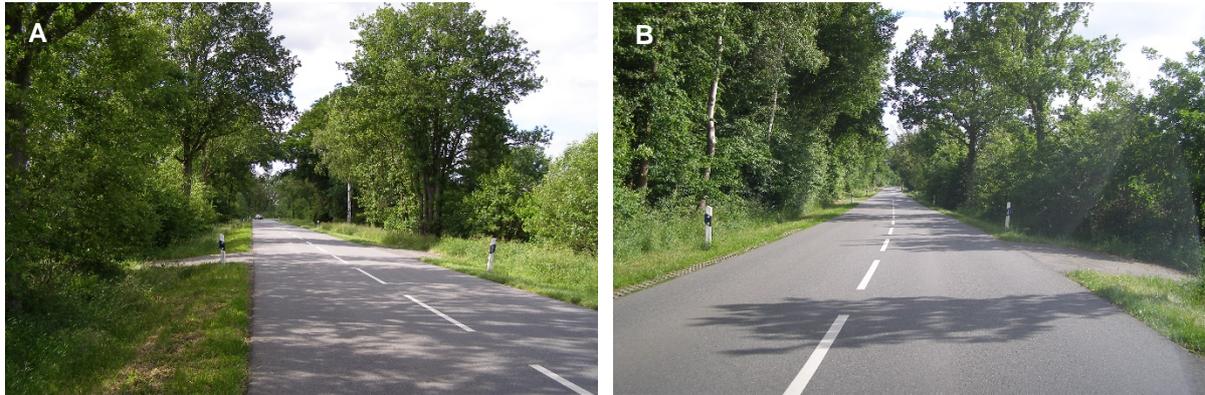
K 78 Heidmühlen (K078_HM)

Abb. 6-48: Teststrecke K078_HM.

Lage: Kreisstraße 78 (Kreis Segeberg), Abschnitt 10, zwischen Heidmühlen und Segeberger Forst.

Orientierung: Nord-Süd

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 2 km

Streckenverlauf: Überwiegend gerade mit weiten Kurven.

Landschaftsstruktur: Beidseits landwirtschaftliche Felder mit zahlreichen, auch quer zur Straße verlaufenden, Knicks, fast durchgehend Knicks parallel zur Straße unmittelbar am Straßenrand. Im Mittelteil auf 250 Meter Länge aus Osten an die Straße heranreichender Ausläufer des Segeberger Forstes.

Übersichtlichkeit: Nach vorn insgesamt gut, zu den Seiten durch die parallel verlaufenden Knicks stark eingeschränkt.

Wildarten: Damhirsch, Reh.

Warnbeschilderung: VZ 142 von Heidmühlen kommend, in Richtung Süden ca. 300 Meter nach Heidmühlen mit Längenangabe $\uparrow 2 \text{ km} \uparrow$, nach Norden in Richtung Heidmühlen unmittelbar vor Beginn der Teststrecke, ebenfalls Längenangabe $\uparrow 2 \text{ km} \uparrow$.

Verkehrsaufkommen, täglich durchschnittlich / maximal: 1.344 / 1.736 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 70 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 82 \text{ km/h}$, $v_{85} = 98 \text{ km/h}$.

K 78 Segeberger Forst (K078_SF)

Abb. 6-49: Teststrecke K078_SF.

Lage: Kreisstraße 78 (Kreis Segeberg), Abschnitt 10, zwischen Heidmühlen und B 206 im Segeberger Forst, mit einer Lücke von 200 m an die Teststrecke K078_HM anschließend.

Orientierung: Nord-Süd.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor, Duftzaun.

Länge der Teststrecke: 2,4 km.

Anzahl der Testabschnitte: 2 (1 x Reflektor, 1 x Duftzaun).

Länge der Testabschnitte: Halbkreisreflektor 1.000 m, Duftzaun 370 m.

Streckenverlauf: Gerade, zwischen den beiden Testabschnitten eine weite Rechts-Links-S-Kurve.

Landschaftsstruktur: Nordwestlicher Teil des Segeberger Forstes, geschlossener Wald, hauptsächlich Fichte.

Übersichtlichkeit: Nach vorn insgesamt gut, zu den Seiten durch Baumbestand sowie Büsche und Verjüngung am Straßenrand eingeschränkt.

Wildarten: Rothirsch, Damhirsch, Reh.

Warnbeschilderung: Keine.

Verkehrsaufkommen, täglich durchschnittlich / maximal: 1.200 / 1.388 Fahrzeuge.

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 85$ km/h, $v_{85} = 104$ km/h.

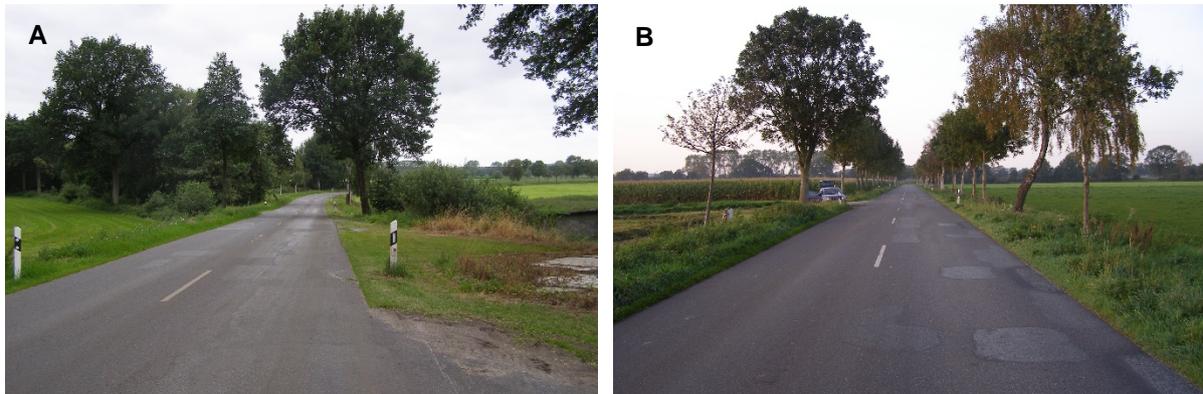
K 89 Hasenmoor (K089_HA)

Abb. 6-50: Teststrecke K089_HA. A: Beginn der Teststrecke, Blick nach Nordost, B: Ende der Teststrecke, Blick nach Norden.

Lage: Kreisstraße 89, Abschnitt 10, zwischen Hasenmoor und Bimöhlen.

Orientierung: Süd → Nord.

Präventionsmaßnahme: Blauer Halbkreisreflektor.

Länge der Teststrecke: 925 m.

Landschaftsstruktur: Offene Landschaft mit Weiden und Grünland, zum Ende der Teststrecke ein 9 ha großer Acker auf der linken Seite. Straßenränder alleearartig mit Bäumen gesäumt.

Streckenverlauf: Insgesamt gerade. Am Beginn der Teststrecke eine Rechtskurve.

Übersichtlichkeit: Insgesamt gut, lediglich im Bereich der Rechtskurve am Streckenbeginn durch Bäume und Sträucher im Kurvenbereich eingeschränkt. Nach vorne weite Sichtstrecken möglich, zu den Seiten überwiegend freie Sicht, durch Bäume am Straßenrand nicht wesentlich eingeschränkt.

Wildarten: Reh, Wildschwein.

Warnbeschilderung: Keine.

Tägliches Verkehrsaufkommen (durchschn. / max.): 1.233 / 1.704 Fahrzeuge

Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h.

Gemessene Geschwindigkeiten: $v_{50} = 84$ km/h, $v_{85} = 101$ km/h.

Literaturverzeichnis

- ADAC 2009. Standpunkt Wildunfälle [online] http://www1.adac.de/images/SP_5_Wildunfaelle_1209_tcm8-289371.pdf [28.07.2010].
- ADAC 2015. Zur Sache – Wildunfälle [online] https://www.adac.de/_mmm/pdf/rv_wildunfaelle_sp_0215_38649.pdf [07.04.2016].
- ADAC o. J. Ratgeber Verkehr – Statistiken – Spezifische Probleme – Wildunfälle [online] https://www.adac.de/_mmm/pdf/statistik_9_6_Wildunfaelle_42885.pdf [07.04.2016].
- ADAC / DJV / DVR 2008. Ergebnisse Workshops. Wildunfalltagung Grevenbroich, 15. und 16. April 2008 (unveröffentlicht).
- ALBERTA TRANSPORTATION 2009 (Hrsg.). Product Evaluation. Review of STRIETER-LITE Wild Animal Highway Warning Reflector System. s.l. s.n.
- ANDREASSEN, H. P., H. GUNDERSEN & T. STORASS 2005. The effect of scent-marking, forest clearing and supplemental feeding on moose-train collisions. *Journal of Wildlife Management* 69(3):1125-1132.
- ARMSTRONG, J. J. 1992. *An Evaluation of the Effectiveness of Swareflex Deer Reflectors*. The Research and Development Branch. Ontario Ministry of Transportation. 1992
- BABIŃSKA-WERKA, J., D. KRAUZE-GRYZ, M. WASILEWSKI & K. JASIŃSKA 2015. Effectiveness of an acoustic wildlife warning device using natural calls to reduce the risk of train collisions with animals. *Transportation Research Part D* 38:6-14.
- BAKABA, J. E. 2012a. Volkswirtschaftliche Kosten und Maßnahmen zur Reduzierung von Wildunfällen. Vortrag. Wald-Wild-Forum 2012, Göttingen
- BAKABA, J. E. 2012b. Wildunfälle auf Landstraßen – Kosten, Maßnahmen und Strategien. Vortrag. Ökojagd Sommerseminar „Wenn das Wild Probleme macht! Wildsau, Schweinepest, Verkehr und Jagd“. Juli 2012. Freising.
- BAKABA, J. E. 2014. Wirksamkeit von Maßnahmen gegen Baum- und Wildunfälle. Vortrag. Seminar der Vereinigung der Straßenbau- und Verkehrsingenieure Niedersachsen e. V. 2014, Osnabrück.
- BALCIAUSKAS, L. & M. JASIULIONIS 2012: Reducing the incidence of mammals on public highways using chemical repellent. *Baltic Journal of road and bridge engineering* 7:92-97.
- BANKS, M. S., W. W. SPRAGUE, J. SCHMOLL, J. A. Q. PARNELL & G. D. LOVE 2015. Why do animal eyes have pupils of different shapes? *Science Advances* 7: e1500391.
- BARLOW, C. 1997. Performance evaluation of wildlife reflectors in British Columbia. In: CLEVENGER, A.P. & K. WELLS (Hrsg.). *Proceedings of the Second Roads, Rails and the Environment Workshop*: 60–64. Parks Canada, Banff National Park, Alberta & Columbia Mountains Institute of Applied Ecology, Revelstoke, Canada.

- BAYER ENVIRONMENTAL SCIENCE 2006. Mota FL Afskrækningsmiddel [online] https://middeldatabasenpdf.dlbr.dk/etikette/Mota_FL_etikette_20060207.pdf [19.04.2016].
- BEILHARZ STRASSENANRÜSTUNG 2016. "Der General"-Wildwarnreflektor [online] <http://www.beilharz.eu/de/wildwarnreflektor.html> [30.04.2016].
- BERTWISTLE, J. 1999. The Effects of Reduced Speed Zones on Reducing Bighorn Sheep and Elk Collisions with Vehicles on Yellowhead Highway in Jasper National Park. In: EVINK, G.L., P. GARRET & D. ZEIGLER (Hrsg.). *Proceedings of the Third International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*: 185–192. Missoula, MT. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, FL.
- BINDER, H. o. J. *Der Sehprozess - Überblick*. Präsentation. [online] <http://www.uni-leipzig.de/~biophys/gallery/vision/Vision5ok.PDF> [27.06.2016].
- BISSONETTE, J. A. & C. A. KASSAR 2008. Locations of deer-vehicle collisions are unrelated to traffic volume or posted speed limit. *Human-Wildlife Conflicts* 2(1):122-130.
- BOMFORD, M. & P. H. O'BRIEN 1990. Sonic deterrents in animal damage control: A review of device tests and effectiveness. *Wildlife Society Bulletin* 18:411-422.
- BOND, A. R. F. & D. N. JONES 2013. Wildlife Warning Signs: Public Assessment of Components, Placement and Designs to Optimise Driver Response. *Animals* 3:1142-1161.
- BOWMAKER, J. K. & H. J. A. DARTNALL 1980. Visual pigments of rods and cones in a human retina. *The Journal of Physiology* 298:501-511.
- BRIEGER, F. 2015. Blaue Reflektoren auf dem Prüfstand. In: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Hrsg.). *Die Vorträge des 5. Denzlinger Wildtierforums*. s.l. s.n.
- BULLOCK, D. J., F. J. KERRIDGE, H. HANLON & R. W. ARNOLD 1993. Short-term responses of deer to recreational disturbances in two deer parks. *Journal of Zoology* 230, 327-332.
- BUNDESANSTALT FÜR STRASSENWESEN (BASt) 2010. Fragen und Antworten – Verkehrstechnik – Leiteinrichtungen, Absperrgeräte [online] <http://www.bast.de/DE/Service/FAQ/Verkehrstechnik/verkehrstechnik-leiteinrichtungen.html?nn=605250#doc625670bodyText1> [02.02.2016].
- BUNDESANSTALT FÜR STRASSENWESEN (BASt) 2015. Fragen und Antworten – Verkehrstechnik – Leiteinrichtungen, Absperrgeräte [online] <http://www.bast.de/DE/Service/FAQ/Verkehrstechnik/verkehrstechnik-leiteinrichtungen.html> [24.06.2016]
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG 1998. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO) vom 22. Oktober 1998, in der Fassung vom 22. September 2015. [online] http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26012001_S3236420014.htm [19.04.2016].

- CASTIOV, F. 1999. *Testing Potential Repellents for Migration of Vehicle-Induced Mortality of Wild Ungulates in Ontario*. Master Thesis. Laurentian University. Sudbury, Ontario.
- CAVO SCHILDER 2016. Flex Wildwarner [online] http://cavoschilder.de/shop/product_info.php?info=p117_flex-wildwarner.html [30.04.2016]
- CHIELLINO, U. 2010. *Zufall Wildunfall? Die Grenzen der Wahrnehmung im Straßenverkehr*. Vortrag. 2. Wildunfalltagung von DJV, ADAC und DVR am 20. April, Grevenbroich, 2010.
- CHRISTENSEN, K. 2016. *Evaluation of Strieter-Lite Wild Animal Highway Warning Reflector SystemTM on Reducing Vehicle-Animal Collisions*. Experimental Features Evaluation Report. Montana Department of Transportation Research Programs March 2016.
- CHRISTIE, J. S. & S. NASON 2003. *Analysis of vehicle collisions with moose and deer on New Brunswick arterial highways*. The 31st Annual Conference of the Canadian Society for Civil Engineering, Moncton, New Brunswick.
- CLEVENGER, A. P., M. BARRUETO, K. E. GUNSON, F. M. CARYL & A. T. FORD 2015. Context-dependent effects on spatial variation in deer-vehicle collisions. *Ecosphere* 6(4):47.
- CML-JAGD 2016. Vergrämungsmittel [online] <http://www.cml-jagd.de/shop/ki.php/font-coloredVergraemungsmittel-font-34.html> [02.02.2016].
- COHEN, B. S., D. A. OSBORN, G. R. GALLAGHER, R. J. WARREN & K. V. MILLER 2014. Behavioral measure of the light-adapted visual sensitivity of white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin* 38(3):480-485.
- COLINO-RABANAL, V. J, M. LIZANA, T. LANGEN & S. J. PERIS 2014: *The effect of the moon in wildlife-vehicle collisions*. Vortrag. IENE 2014 International Conference on Ecology and Transportation, 16-19 Sept., Malmö, Sweden.
- COTTRELL, B. H. 2003. *Technical Assistance Report: Evaluation of Deer Warning Reflectors in Virginia*. VTRC 03-TAR6. Virginia Transportation Research Council in cooperation with U.S. Department of Transportation and Federal Highway Administration: Charlottesville, VA.
- CSERKÉSZ, T. & J. FARKAS 2015. Annual trends in the number of wildlife-vehicle collisions in the main linear transport corridors (highway and railway) of Hungary. *North-Western Journal of Zoology* 11:41-50.
- CSERKÉSZ, T., J. FARKAS & B. OTTLECH 2012. Wildlife-vehicle collision research project on highways managed by Hungarian State Motorway Management Company (SMMC). Report to the SMMC. Eötvös University Road Ecological Workgroup, Budapest.
- CURTIS, P. D. & J. H. HEDLUND 2005. Reducing Deer-Vehicle Crashes. *Wildlife Damage Management Fact Sheet Series*. Cornell Cooperative Extension, Cornell University. Ithaca.

- D'ANGELO, G. J., J. G. D'ANGELO, G. R. GALLAGHER, D. A. OSBORN, K. V. MILLER & R. J. WARREN 2006. Evaluation of Wildlife Warning Reflectors for Altering White Tailed Deer Behavior Along Roadways. *Wildlife Society Bulletin* 34(4):1175-1183.
- DANIELSON, B. J. & M. W. HUBBARD 1998. *A Literature Review for Assessing the Status of Current Methods of Reducing Deer-Vehicle Collisions*. Report for The Task Force an Animal Collisions, Iowa Department of Transportation and Iowa Department of Natural Resources.
- DANKS, Z. D. & W. F. PORTER 2010. Temporal, Spatial, and Landscape Habitat Characteristics of Moose–Vehicle Collisions in Western Maine. *Journal of Wildlife Management* 74:1229-1241.
- DEER-VEHICLE CRASH INFORMATION CLEARINGHOUSE 2004a. Countermeasures Toolbox [online] <http://www.deercrash.org/toolbox/index.htm> [07.04.2016].
- DEER-VEHICLE CRASH INFORMATION CLEARINGHOUSE 2004b. DEER WHISTLES [online] <http://www.deercrash.org/Toolbox/CMToolboxWhistles.pdf> [07.04.2016].
- DEUTSCHER JAGDVERBAND (DJV) 2014. Wild auf Kollisionskurs [online] <https://www.jagdverband.de/content/wild-auf-kollisionskurs> [07.04.2016].
- DEUTSCHER JAGDVERBAND (DJV) 2016. *DJV-Handbuch Jagd 2016*. Deutscher Jagdverband e. V. Berlin.
- DIAZ-VARELA, E. R., I. VAZQUEZ-GONZALEZ, M. F. MAREY-PÉREZ & C. J. ÁLVAREZ-LÓPEZ 2011. Assessing methods of mitigating wildlife-vehicle collisions by accident characterization and spatial analysis. *Transportation Research Part D* 16:281-287.
- DODD, N. L., J. W. GAGNON, S. BOE & R. E. SCHWEINSBURG 2005. Characteristics of Elk-Vehicle Collisions and Comparison to GPS-Determined Highway Crossing Patterns. In: IRWIN, C. L., P. GARRETT & K. P. McDermott (Hrsg.) *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation*. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University. Raleigh, NC.
- DONALD, D. C. 2010. *Vehicle Activated Deer Warning Signs*. Final Report 07/NW/0805/046. ScotlandTranServ. Perth.
- DONALDSON, A. & A. BENNET 2004. *Ecological Effects of Roads. Implications for the internal fragmentation of Australian parks and reserves*. Parks Victoria Technical Series Number 12. Parks Victoria. Melbourne.
- EBA ENGINEERING CONSULTANTS LTD. (Hrsg.) 2005. *Animal Collision Countermeasures on Rural Alberta Highways*. Project No. 0907-9700381. Final Report. Calgary, Alberta.
- ECKERT, R., D. RANDALL, W. BURGGREN & K. FRENCH 2002. *Tierphysiologie*. 4. Auflage, Stuttgart, New York. Georg Thieme Verlag.

- ELMEROS, M., WINBLADH, J. K., ANDERSEN, P. N., MADSEN, A. K., CHRISTENSEN 2011: Effectiveness of odour repellents on red deer (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*): a field test. *European Journal of Wildlife Research* 57:1223-1226.
- ELVIK, R., A. HØYE, T. VAA & M. SØRENSEN 2009. *Handbook of Road Safety Measures (2nd Edition)*. Bingley, UK. Emerald Group Publishing Limited.
- ENSING E. P., S. CIUTI, F. A. L. M DE WIJS, D. H. LENTFERINK, A. TEN HOEDT, M. S. BOYCE & R. A. HUT (2014). GPS Based Daily Activity Patterns in European Red Deer and North American Elk (*Cervus elaphus*): Indication for a Weak Circadian Clock in Ungulates. *PLoS ONE* 9(9):e106997.
- ERIKSSON, C. 2014. *Does tree removal along railroads in Sweden influence the risk of train accidents with moose and roe deer?* Master's thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Ecology, Grimsö Wildlife Research Station.
- ERRITZOE, J. T., D. MAZGAJSKI & L. REJT 2003. Bird casualties on European roads – a review. *Acta Ornithologica* 38:77-93.
- ETTER, D. R., K. M. HOLLIS, T. R. VAN DEELEN, D. R. LUDWIG, J. E. CHELSVIG, C. L. ANCHOR & R. E. WARNER 2002. Survival and movements of white-tailed deer in suburban Chicago, Illinois. *Journal of Wildlife Management* 66:500-510.
- FAHRIG, L., J. H. PEDLAR, S. E. POPE, P. D. TAYLOR & J. F. WEGNER 1995. Effect of Road Traffic on Amphibian Density. *Biological Conservation* 73:177-182.
- FINDER, R. 1998. Relationships between landscape patterns and white-tailed deer/vehicle accidents. M.S. Thesis. Southern Illinois University, Carbondale, IL.
- FINDER, R., J. L. ROSEBERRY & A. WOOLF 1999. Site and landscape conditions at white-tailed deer/vehicle collision location in Illinois. *Landscape and Urban Planning* 44:77-85.
- FOUND, R. & M. S. BOYCE 2011. Predicting deer -vehicle collisions in an urban area. *Journal of Environmental Management* 92:2486–2493.
- FORD, S.G. & S.L. VILLA 1993. *Reflector Use and the Effect They Have on the Number of Mule Deer Killed on California Highways: Final Report*. Report FHWA-CA-PD94-01. California Department of Transportation: Sacramento, CA.
- GARRETT, L. C. & G. A. CONWAY 1999. Characteristics of Moose-vehicle Collisions in Anchorage, Alaska, 1991-1995. *Journal of Safety Research* 30:219-223.
- GESAMTVERBAND DER DEUTSCHEN VERSICHERUNGSWIRTSCHAFT 2015. Versicherungskunden melden 238.000 Wildunfälle [online] www.gdv.de/2015/10/versicherungskunden-melden-238-000-wildunfaelle/ [08.08.2016].
- GILSDORF, J. M., S. E. HYGNSTROM & K. VERCAUTEREN 2003. Use of frightening devices in wildlife damage management. *USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications*. Paper 227.

- GIRARDET, X., G. CONRUYT-ROGEON & J.-C. FOLTÊTE 2015. Does regional landscape connectivity influence the location of roe deer roadkill hotspots? *European Journal of Wildlife Research* 61:731-742.
- GLADFELTER, L. 1984. *Effect of wildlife highway warning reflectors*. Final Report Iowa Highway Research Board Project HR-210. Iowa Department of Transportation.
- GLEASON, J. S. & J. A. JENKS 1993. Factors influencing deer-vehicle mortality in east central South Dakota. *Prairie Naturalist* 25:281-288.
- GORDON, K. M., M. C. MCKINSTRY & S. H. ANDERSON 2004. Motorist response to a deer-sensing warning system. *Wildlife Society Bulletin* 32(2):565-573.
- GRACE, M., D. J. SMITH & R. F. NOSS 2015. Testing alternative designs for a roadside animal detection system using a driving simulator. *Nature Conservation* 11:61-77.
- GRAUMANN, W. & D. SASSE (Hrsg.) 2005. *CompactLehrbuch Anatomie Band 4*. Stuttgart: Schattauer.
- GRENIER, R. H. 2002. *A Study of the Effectiveness of Strieter-Lite® Wild Animal Highway Warning Reflector Systems*. Commissioned Report for Strieter Corporation.
- GROOT BRUINDERINK, G. W. T. A. & E. HAZEBROEK 1996. Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology* 10:1059-1067.
- GROVENBURG, T. W., J. A. JENKS, R. W. KLAVER, K. L. MONTEITH & D. H. GALSTER 2008. Factors affecting road mortality of white-tailed deer in eastern South Dakota. *Human-Wildlife Conflicts* 2:48-59.
- GROSS, M. 2001. Rhodopsin – Purpur im Auge. *Spektrum der Wissenschaft* 2:23.
- GULEN, S., MCCABE, G., ROSENTHAL, I., WOLFE, S. E., ANDERSON, V. L. 2006: *Evaluation of Wildlife Reflectors in Reducing Vehicle-Deer Collisions on Indiana Interstate 80/90*. Technology Transfer and Project Implementation Information.
- GUMMIFORMTEILE GMBH 2016. Wildwarnreflektoren – Die Lösung gegen Wildunfälle [online] <http://www.gft-gmbh.de/index.php?id=39> [02.02.2016].
- GUNDERSEN, H. & H. P. ANDREASSEN 1998. The risk of moose *Alces alces* collision: A predictive logistic model for moose-train accidents. *Wildlife Biology* 4:103-110.
- GUNDERSEN, H., H. P. ANDREASSEN & T. STORAAS 1998. Spatial and temporal correlates to Norwegian moose-train collisions. *Alces* 34:385-394.
- GUNSON, K. E., B. CHRUSZCZ & A. P. CLEVINGER 2003. Large Animal-Vehicle Collisions in the Central Canadian Rocky Mountains: Patterns and Characteristics. In: IRWIN, C. L., P. GARRETT & K. P. MCDERMOTT (Hrsg.) *Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation*. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University. Raleigh, NC.

- GUNTHER, K. A., M. J. BIEL & H. L. ROBISON 1998. Factors Influencing The Frequency of Road-killed Wildlife in Yellowstone National Park. In: *The 1998 International Conference on Wildlife Ecology & Transportation Fort Myers, Florida, Final Proceedings*.
- HAGOPUR 2011. Duftzaun [online] <http://www.hagopur-shop.de/Duftzaun/> [06.02.2016].
- HAIKONEN, H. & H. SUMMALA 2001. Deer-Vehicle Crashes, Extensive Peak at 1 Hour After Sunset. *American Journal of Preventive Medicine* 21(3)209-213.
- HALL, E., M. GRAHAM, A. JOHNSON, S. CARLSON & R. HUFF 2012. *Evaluating the effects of deer delineators on wildlife-vehicle collisions in northwest Wyoming*. Report submitted to Wyoming Department of Transportation Programming Research Unit, 5300 Bishop Blvd., Cheyenne, WY.
- HAMMOND, C. & M. G. WADE 2004. *DEER AVOIDANCE: The assessment of real world enhanced deer signage in a virtual environment. Final Report*. Report No. MN/RC-2004/13. Minnesota Department of Transportation Research Services Section. St. Paul, Minnesota.
- HAMR, J. 1988. Disturbance behaviour of chamois in an alpine tourist area of Austria. *Mountain Research and Development* 8(1):65-73.
- HANSEN, L. A., J. BIGGS, K. D. BENNET, C. BARE & S. R. SHERWOOD 2012. *Life in the Fast Lane: Road Crossing Behavior of Mule Deer in a Wildland-Urban Interface*. Report LA-UR-12-20366. Los Alamos National Laboratory.
- HARGRAVE, P. A. 2001. Rhodopsin Structure, Function, and Topography. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 42:3-9.
- HARTWIG, D. 1991. Erfassung der Verkehrsunfälle mit Wild im Jahre 1989 in Nordrhein-Westfalen im Bereich der Polizeibehörden. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 37:55-62.
- HARTWIG, D. 1993. Auswertung der durch Wild verursachten Verkehrsunfälle nach der Statistik für Nordrhein-Westfalen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 39:22-33.
- HEDLUND, J. H., P. D. CURTIS, G. CURTIS & A. F. WILLIAMS 2003. *Methods to reduce Traffic Crashes Involving Deer: What Works and What Does Not*. Insurance Institute for Highway Safety. Arlington.
- HERRMANN, M & A. MATHEWS 2007. *Wirkung von Barrieren auf Säuger & Reptilien*. Bericht zum Projekt "Bewältigung räumlich-funktionaler Beeinträchtigungen durch Ableitung von dauerhaften, effizienten Maßnahmen zur Vermeidung und Kompensation. ÖKO-LOG Freilandforschung, Hof.
- HINDELANG, M., D. PREMO, E. ROGERS & K. PREMO 1999. Addressing deer vehicle accidents with an ecological landscape GIS approach. In: EVINK, G.L., P. GARRET & D. ZEIGLER (Hrsg.). *Proceedings of the Third International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*: 185–192. Missoula, MT. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, FL.

- HOTHORN T., R. BRANDL & J. MÜLLER 2012. Large-Scale Model-Based Assessment of Deer-Vehicle Collision Risk. *PLoS ONE* 7(2)
- HOTHORN, T., J. MÜLLER, L. HELD, L. MÖST & A. MYSTERUD 2015: Temporal patterns of deer-vehicle collisions consistent with deer activity pattern and density increase but not general accident risk. *Accident Analysis & Preventions* 81:143-152.
- HÜLSMANN, B. 1998. Verhaltensbeobachtungen an einheimischen Wildarten bei Fahrbahnüberquerungen unter Berücksichtigung von Tierschutzaspekten. Dissertation. Justus-Liebig-Universität Gießen.
- HUGHES W. E., A. R. SAREMI & J. F. PANIATI 1996. Vehicle-Animal Crashes: An Increasing Safety Problem. *ITE Journal* August 1996:24-28.
- HUIJSER, M. P., A. KOCIOLEK, P. MCGOWAN, A. HARDY, A. P. CLEVINGER & R. AMENT 2007. *Wildlife-Vehicle Collision and Crossing Mitigation Measures: A Toolbox for the Montana Department of Transportation*. Final Report. FHWA/MT-07-002/8117-34. The State of Montana Department of Transportation.
- HUIJSER, M. P., C. MOSLER-BERGER, M. OLSSON & M. STREIN 2015. Wildlife Warning Signs and Animal Detections Systems Aimed at Reducing Wildlife-Vehicle Collisions. In: VAN DER REE, R., SMITH, D. J. & C. GRILO 2015 (Hrsg.). *Handbook of Road Ecology*. s.l. Jon Wiley & Sons.
- HUSEBY, O. 2013. *Spatio-temporal variation in moose-vehicle collisions: the effect of varying traffic intensity and light conditions*. Master Thesis. Norwegian University of Science and Technology. Trondheim.
- INGEBRIGTSEN, D. K. & LUDWIG J. R. 1986. *Effectiveness of Swareflex wildlife warning reflectors in reducing deer-vehicle collisions in Minnesota*. Wildlife Report No. 3. Minnesota Department of Natural Resources.
- INVATEC GMBH 2016. Porocol [online] www.porocol.de/index.html [07.04.2016].
- JACOBS, G. H, J.F. DEEGAN, J. NEITZ, B.P. MURPHY, K.V. MILLER, R.L MARCHINTON 1994. Electrophysiological measurements of spectral mechanisms in the retinas of two cervids: white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) and fallow deer (*Dama dama*). *Journal of Comparative Physiology A* 174:551-557.
- JÄGERBRAND, A., H. ANTONSON & C. AHLSTRÖM 2011. Understanding human behavior in traffic and accident reduction – a driver simulator study with elk and wildlife accident measures. In: IENE (Hrsg.). *Proceedings of IENE 2011 Scientific Workshop*. Nymfeo & Kastoria.
- JÄHRIG, T. 2012. Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnigen Landstraßen. Dissertation. Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“.

- JAREN, V., R. ANDERSEN, M. ULLEBERG, P. H. PEDERSEN & B. WISETH 1991. Moose-Train Collisions: The Effects of Vegetation Removal With a Cost-Benefit Analysis. *Alces* 27:93-99.
- JEPPESEN, J. L. 1989. Activity Patterns of Free-Ranging Roe Deer (*Capreolus capreolus*) at Kalø. *Danish Review of Game Biology* 13(8).
- JOYCE, T. L. & S. P. MAHONEY 2001. Spatial and temporal distributions of moose-vehicle collisions in Newfoundland. *Wildlife Society Bulletin* 29:281-291.
- JUNKER, E. A. 2004. Sehvermögen von Wildtieren. *WILDBIOLOGIE*, 9/4, 12 S.
- KHATTAK, A. J. 2002. Human Fatalities in Animal-Related Highway Crashes. *Transportation Research Record* 1840:158-166.
- KIEFERLE GMBH 2015a. HUKINOL [online] <http://www.kieferle.com/jagdbedarf/wildschadenverhuetung/hukinol.php> [19.04.2016].
- KIEFERLE GMBH 2015b. KORNITOL ROT [online] <http://www.kieferle.com/jagdbedarf/wildschadenverhuetung/kornitol-rot.php> [19.04.2016].
- KIMBALL, B. A., J. TAYLOR, K. R. PERRY & C. CAPELLI 2009. Deer Responses to Repellent Stimuli. *Journal of Chemical Ecology* 35:1461-1470.
- KNOFLACHER, H. M. 1980. Untersuchung der Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit der im Straßennetz verwendeten Wildschutzeinrichtungen. In: Bundesministerium für Bauten und Technik (Hrsg.). *Straßenforschung* 138.
- KRISP, J. M. & S. DUROT 2007. Segmentation of lines based on point densities - An optimisation of wildlife warning sign placement in southern Finland. *Accident Analysis & Prevention* 39:38-46.
- KROP-BENESCH, A., A. BERGER, H. HOFER & M. HEURICH 2013. Long-term measurement of roe deer (*Capreolus capreolus*) (Mammalia: Cervidae) activity using two-axis accelerometers in GPS-collars. *Italian Journal of Zoology* 80:69-81.
- KRUUSE, M., SVEN-ERIK ENNO & TÕNU OJA 2016. Temporal patterns of wild boar-vehicle collisions in Estonia, at the northern limit of its range. *European Journal of Wildlife Research* DOI 10.1007/s10344-016-1042-9.
- KRÖSCHEL, M. 2015. Was treibt Rehe über die Straße? In: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Hrsg.). *Die Vorträge des 5. Denzlinger Wildtierforums*. s.l. s.n.
- KUŠTA, T., Z. KEKEN, M. JEŽEK & Z. KŮTA 2015. Effectiveness and costs of odor repellents in wildlife-vehicle collisions: A case study in Central Bohemia, Czech Republic. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 38:1-5.
- LAGOS, L., J. PICOS & E. VALERO 2012. Temporal pattern of wild ungulate-related traffic accidents in northwest Spain. *European Journal of Wildlife Research* 58:661-668.

- LANDESBETRIEB WALD UND HOLZ NORDRHEIN-WESTFALEN 2009. Jagdstrecke 2008/2009 in Nordrhein-Westfalen [online] https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/naturschutz/jagd/2008-2009_jagdstrecke.pdf [03.05.2016].
- LANDESBETRIEB WALD UND HOLZ NORDRHEIN-WESTFALEN 2011. Jagdstrecke 2010/2011 in Nordrhein-Westfalen [online] https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/naturschutz/jagd/2010-2011_jagdstrecke.pdf [03.05.2016].
- LANGBEIN, J. & R. J. PUTMAN 1992. Behavioural Responses of Park Red and Fallow Deer to Disturbance and Effects on Population Performance. *Animal Welfare* 1(1):19-38.
- LANGBEIN, J. & R. J. PUTMAN 2006. *National Deer-Vehicle Collisions Project SCOTLAND (2003-2005) Final Report: September 2006*. The Deer Initiative Ltd, Wrexham.
- LICHTTECHNISCHES INSTITUT DER UNIVERSITÄT KARLSRUHE 2009. Bericht 08-2009-07 über die Messung der Rückstrahlwirkung von Retroreflektoren zur Verwendung als Halbkreisreflektoren zur Wildunfallvermeidung an Leitpfosten. Karlsruhe.
- LINDNER, T. 2006: Die Entwicklung der Verkehrsunfälle mit Wildbeteiligung und mögliche Bekämpfungsansätze der Polizei am Beispiel des Niederschlesischen Oberlausitzkreises. In: MÜLLER, D. (Hrsg.). *Wildunfälle – Praxisrelevanz und Präventionsansätze*. Rothenburger Beiträge Polizeiwissenschaftliche Schriftenreihe der Hochschule der Sächsischen Polizei, Band 31. Rothenburg/Oberlausitz.
- LITVAITIS, J. A. & J. P. TASH 2008. An Approach Toward Understanding Wildlife-Vehicle Collisions. *Environmental Management* 42:688-697.
- LÜCK, F. W. 1983. Untersuchungen an einer SWAREFLEX-Wildwarnreflektoren-Anlage im Reinhardswald. *Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung* 18:252-254.
- LUTZ, W. 1994. Ergebnisse der Anwendung eines sogenannten Duftzaunes zur Vermeidung von Wildverlusten durch den Straßenverkehr nach Gehege- und Freilandorientierungen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 40:91-108.
- MADSEN, A. B., H. STRANDGAARD & A. PRANG 2002. Factors causing traffic killings of roe deer *Capreolus capreolus* in Denmark. *Wildlife Biology* 8:55-61.
- MAINEOUTDOORSOLUTIONS 2015. Wolf Urine [online] <http://www.predatorpeestore.com/wolf-urine.html> [19.04.2016].
- MALMSTRÖM, T. & R. H. H. KRÖGER 2006. Pupil shapes and lens optics in the eyes of terrestrial vertebrates. *The Journal of Experimental Biology* 209:18-25.
- MARCOUX, A., G. J. HICKLING, S. J. RILEY & S. R. WINTERSTEIN 2005. Situational and Driver Characteristics Associated With Deer-Vehicle Collisions in Southeastern Michigan. In: NOLTE, D. L. & K. A. FAGERSTONE (Hrsg.). *Proceedings of the 11th Wildlife Damage Conference*.
- MARCOUX, A. & S. J. RILEY 2010. Driver knowledge, beliefs, and attitudes about deer-vehicle collisions in southern Michigan. *Human-Wildlife Interactions* 4:47-55.

- MASTRO, L. L., M. R. CONOVER & S. N. FREY 2010. Factors influencing a motorist's ability to detect deer at night. *Landscape and Urban Planning* 94:250-254.
- MC SHEA, W. J., C. M. STEWART, L. J. KEARNS, S. LICCIOLI & D. KOCKA 2008. Factors affecting autumn deer-vehicle collisions in a rural Virginia county. *Human-Wildlife Conflicts* 2:110-121.
- MEISINGSET, E. L., L. E. LOE, Ø. BREKKUM & A. MYSTERUD 2014. Targeting mitigation efforts: The Role of Speed Limit and Road Edge Clearance for Deer-Vehicle Collisions. *Journal of Wildlife Management* 78(4):679-688.
- MICHIGAN STATE UNIVERSITY 2016. AGRICULTURAL REGIONS [online] http://geo.msu.edu/extra/geomich/ag_regions.html [17.05.2016].
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2012. *Jahresbericht 2012 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2013. *Jahresbericht 2013 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2014. *Jahresbericht 2014 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEINWESTFALEN 2015. Jagdstrecke 2014/2015 in Nordrhein-Westfalen [online] https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/naturschutz/jagd/2014-2015_jagdstrecke.pdf [03.05.2016].
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2005. *Jahresbericht 2005 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2006. *Jahresbericht 2006 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2007. *Jahresbericht 2007 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2008. *Jahresbericht 2008 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2009. *Jahresbericht 2009 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2010. *Jahresbericht 2010 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2011. *Jahresbericht 2011 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.

- MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATUR UND FORSTEN DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2002. *Jahresbericht 2002 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2003. *Jahresbericht 2003 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2004. *Jahresbericht 2004 Jagd und Artenschutz*. Kiel: s.n.
- MORELLE, K., F. LEHAIRE & P. LEJEUNE 2013. Spatio-temporal patterns of wildlife-vehicle collisions in a region with a high-density road network. *Nature Conservation* 5:53-73.
- MOSER, E. 2007. Akustische Wildwarner im Test. Endbericht. *Der OÖ Jäger* 4/2007.
- MOTZENER KUNSTSTOFF- UND GUMMIVERARBEITUNG GMBH 2016. Multi-Wildschutz-Warner [online] <http://www.wildwechsel-unfall-vermeiden.de/index.html> [30.04.2016].
- MULLER, L. I., A. M. HACKWORTH, N. R. GIFFEN, J. W. EVANS, J. HENNING, G. J. HICKLING & P. ALLEN 2014. Spatial and Temporal Relationships Between Deer Harvest and Deer-Vehicle Collisions at Oak Ridge Reservation, Tennessee. *Wildlife Society Bulletin* 38(4):812-820.
- MYERS, W. L., W. Y. CHANG, S. S. GERMAINE, M. W. VANDER HAEGER & T. E. OWENS 2008. *An Analysis of Deer and Elk-Vehicle Collision Sites along State Highways in Washington State*. Completion Report. Washington Department of Fish and Wildlife Program. Olympia, WA.
- MYSTERUD, A. 2004. Temporal variation in the number of car-killed red deer *Cervus elaphus* in Norway. *Wildlife Biology* 10:203-211.
- NÁHLIK, A., G. SÁNDOR, T. TARI & G. KIRÁLY 2009. Space Use and Activity Patterns of Red Deer in a Highly Forested and in a Patchy Forest-Agricultural Habitat. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica* 5:109-118.
- NEUMANN, W., G. ERICSSON, H. DETTKI, N. BUNNEFELD, N. S. KEULER, D. P. HELMERS & V. C. RADELOFF 2012. Difference in spatiotemporal patterns of wildlife road-crossings and wildlife-vehicle collisions. *Biological Conservation* 145:70-78.
- NG, J. W., C. NIELSEN & C. C. ST. CLAIR 2008. Landscape and traffic factors influencing deer-vehicle collisions in an urban environment. *Human-Wildlife Conflicts* 2:34-47.
- NIEMI, M. 2016. *Animal-vehicle collisions – from knowledge to mitigation*. Academic dissertation. University of Helsinki.
- OLBRICH, P. 1984. Untersuchung der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlässen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 30:101-116.
- OLSON, D. D., J. A. BISSONETTE, P. C. CRAMER, K. D. BUNNELL, D. C. COSTER & P. J. JACKSON 2015. How does variation in winter weather affect deer-vehicle collision rates. *Wildlife Biology* 21:80-87.

- PAFKO, F. & B. KOVACH 1996. Experience with Deer Reflectors. *Trends in addressing transportation-related wildlife mortality: Proceedings of the Transportation Related Wildlife Mortality Seminar*. Minnesota Department of Transportation, Office of Environmental Services, Minnesota.
- POKORNY, B. 2006. Roe deer-vehicle collisions in Slovenia: situation, mitigation strategy and countermeasures. *VETERINARSKI ARHIV* 76:177-187.
- PEICHL, L. 1997. Die Augen der Säugetiere: Unterschiedliche Blicke in die Welt. *Biologie in unserer Zeit* 2:96-105.
- PIERCE, M. P. 2010. *Spatial and temporal Relationships between Deer Harvest and Deer-Vehicle Collisions at Oak Ridge Reservation, Tennessee*. Master Thesis. University of Tennessee, Knoxville.
- PHILCOX, C. K., A. L. GROGAN & D. W. MACDONALD 1999. Patterns of otter *Lutra lutra* road mortality in Britain. *Journal of Applied Ecology* 36:748-762.
- PUTMAN, R. J. 1997. Deer and Road Traffic Accidents: Options for Management. *Journal of Environmental Management* 51:43-57.
- PUTMAN, R. J., J. LANGBEIN & B. W. STAINES 2004. *Deer and road traffic accidents: A review of mitigation measures: Costs and cost-effectiveness*. Report for the Deer Commission for Scotland; Contract RP23A.
- PÜRSTL, A. 2006. Tierärztliches Gutachten zum Farbsehvermögen von Rot- und Rehwild. Tierambulanz Türkenschanzplatz, Wien.
- RAMAKRISHNAN, U., L. DAUGHERTY, N. W. PELKEY & S. C. WILLIAMS 2005. Effects of Gender and Season on Spatial and Temporal Patterns of Deer-Vehicle Collisions. In: IRWIN, C. L., P. GARRETT & K. P. McDermott (Hrsg.) *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation*. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University. Raleigh, NC.
- RAMP, D. & D. B. CROFT 2006. Do wildlife warning reflectors elicit aversion in captive macropods? *Wildlife Research* 33:583-590.
- REA, R. V. 2003. Modifying roadside vegetation management practices to reduce vehicular collisions with moose *Alces*. *Wildlife Biology* 9:81-91.
- REA, R. V., K. N. CHILD, D. P. SPATA & D. MACDONALD 2010. Road and Rail Side Vegetation Management Implications of Habitat Use by Moose Relative to Brush Cutting Season. *Environmental Management* 46:101-109.
- REA, R. V., C. J. JOHNSON & S. EMMONS 2013. Characterizing Moose-Vehicle Collision Hotspots in Northern British Columbia. *Journal of Fish and Wildlife Management* 5:46-58.

- READ, J. 2015. What is stereoscopic vision good for? In: N. S. HOLLIMAN, A. J. WOODS, G. E. FAVALORA & T. KAWAI (Hrsg.): *Proceedings of the Stereoscopic Displays and Applications XXVI*. San Francisco, February 2015.
- RECARTE, J. M., J. P. VINCENT & A. J. M. HEWISON 1998. Flight response of park fallow deer to the human observer. *Behavioural Processes* 44(1):65-72.
- REEVE, A. F. & S. H. ANDERSON 1993. Ineffectiveness of Swareflex reflectors at reducing deer-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin* 21:127-132.
- REIMERS, E., K. H. RØED & J. E. COLMAN 2012. Persistence of vigilance and flight response behaviour in wild reindeer with varying domestic ancestry. *Journal of Evolutionary Biology* 25(8):1143-1154.
- RILEY, S. J. & A. MARCOUX 2006. *Deer-Vehicle Collisions: An Understanding of Accident Characteristics and Drivers' Attitudes, Awareness and Involvement*. Report. Submitted to Michigan Department of Transportation Construction & Technology Research Administration Lansing, MI 48909.
- RODRÍGUEZ-MORALES, B., E. DIAZ-VARELA & M. MAREY-PEREZ 2013. Spatiotemporal analysis of vehicle collisions involving wild boar and roe deer in NW Spain. *Accident Analysis and Prevention* 60:121-133.
- ROGERS, E. 2004. *An Ecological Landscape Study of Deer Vehicle Collisions in Kent County, Michigan*. Report by White Water Associates Inc. Prepared for Kent County Road Commission, Grand Rapids, MI.
- ROLANDSEN, C. M., E. J. SOLBERG, I. HERFINDAL, B. VAN MOORTER & B.-E. SAETHER 2011. Large-scale spatiotemporal variation in road mortality of moose: Is it all about population density? *Ecosphere* 2(10):113.
- ROMIN L. A. & J. A. BISSONETTE 1996. Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. *Wildlife Society Bulletin* 24:276-283.
- ROSEN, P. C. & C. H. LOWE 1994. Highway mortality of snakes in the Sonoran Desert in southern Arizona. *Biological Conservation* 68:143-148.
- RUZICKA, F. 2001. *WILDUNFÄLLE: der sogenannte „Duftzaun“ und andere Gegenmaßnahmen*. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur Wien.
- SCHAFFER J.A. & S.T. PENLAND 1985. Effectiveness of Swareflex reflectors in reducing deer vehicle accidents. *Journal of Wildlife Management* 49:774-776.
- SCHEIFELE, P. M., D. BROWNING & L. M. COLLINS-SCHEIFELE 2003. Analysis and effectiveness of ‚deer whistles‘ for motor vehicles: Frequencies, levels, and animal threshold responses. *Acoustic Research Letters Online* 4(3), July 2003.
- SCHILDERWERKE BEUTHA GMBH 2014. Der Wildwarnreflektor – Produktdatenblatt [online] <http://www.halbkreisreflektor.de/daten/downloads/Wildwarnreflektor-Folder-01.2012.pdf> [06.02.2016].

- SCHIVIZ, A. N., T. RUF, A. KUEBBER-HEISS, C. SCHUBERT & P. K. AHNELT 2008. Retinal Cone Topography of Artiodactyl Mammals: Influence of Body Height and Habitat. *The Journal of Comparative Neurology* 507:1336-1350.
- SCHULZE, C. & J.-U. POLSTER 2016. *Wirkungsweise von Wildwarnreflektoren. BASt-Projekt: FE SV 0010/2014. Schlussbericht inkl. Kurzfassung und Kurzbericht*. Bericht. Technische Universität Dresden.
- SCHWAB, A. C. & P. A. ZANDBERGEN 2011. Vehicle-related mortality and road crossing behavior of the Florida panther. *Applied Ecology* 31:859-870.
- SCHWABE, K. A., P. W. SCHUHMAN, M. J. TONKOVICH & E. WU 2000. An Analysis of Deer-Vehicle Collisions: The Case of Ohio. *Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations* Paper 10.
- SEILER, A. 2001. *Ecological Effects of Roads. A Review*. Introductory Research Essay No. 9, Department of Conservation Biology, SLU. Uppsala.
- SEILER, A. 2003. *The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden*. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- SEILER, A. 2004. Trends and spatial patterns in ungulate-vehicle collisions in Sweden. *Wildlife Biology* 10:301-313.
- SEILER, A. 2005. Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden. *Journal of Applied Ecology* 42:371-382.
- SEILER, A., J.-O. HELLDIN, M. OLSSON & H. NORIN 2011. Klövviltolyckor på järnväg: kunskapsläge, problemanalys och åtgärdsförslag. Trafikverket publikation 2011.
- SENA PRO GMBH 2016. WILDGRANIX Granulat. [online] <http://www.wildgranix.de/produkt/wildgranix-granulat-20-kg/> [07.04.2016].
- SHAO, C., P. YI & A. ALHOMIDAN 2010. High and Low Deer-Vehicle Collision Roadway Sections – What Makes Them Different? *The Open Transportation Journal* 4:87-92.
- SIELECKI, L. E. 2001. Evaluating the effectiveness of wildlife accident mitigation installations with the wildlife accident reporting system (WARS) in British Columbia. *Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation, Keystone, CO, September 24-28, 2001*. Raleigh, NC: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University (March 2002): 473-489.
- ŠPREM, N., D. DUDUKOVIĆ, T. KEROS & D. KONJEVIĆ 2013. Wildlife-Vehicle Collisions in Croatia – A Hazard for Humans and Animals. *Collegium Antropologicum* 37:531-535.
- STACHE, A., E. HELLER, T. HOTHORN & M. HEURICH 2013. Activity patterns of European roe deer (*Capreolus capreolus*) are strongly influenced by individual behaviour. *Folia Zoologica* 62(1): 67–75.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.) 2016. *Verkehr – Verkehrsunfälle 2015*. Wiesbaden. Statistisches Bundesamt (Fachserie 8, Reihe 7).

- STEINER, W. 2011. *Wildtierbestände & Verkehr – Reduktion vom verkehrsbedingtem Fallwild – Endbericht 2008-2011*. Projektbericht. Universität für Bodenkultur Wien.
- STEINER, W., F. LEISCH & K. HACKLÄNDER 2014. A review on the temporal pattern of deer-vehicle accidents: Impact of seasonal, diurnal and lunar effects in cervids. *Accident Analysis and Prevention* 66:168-181.
- STREIN, M., M. HERDTFELDER & R. SUCHANT 2007. *Landschaftsökologische Analyse von Wildunfallschwerpunkten*. Forschungsbericht FZKA-BWPLUS. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Freiburg.
- STREIN, M., F. BURGHARDT, F. HAAS & R. SUCHANT 2008. *Pilotprojekt Elektronische Wildwarnanlage B292 bei Aglasterhausen. Endbericht zum Monitoring nach zwei Betriebsjahren im Auftrag des Innenministeriums Baden-Württemberg Projekt BWPLUS L7525003*. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA). Freiburg.
- SUDHARSAN K., S. J. RILEY & S. WINTERSTEIN 2006. Relationship of Autumn Hunting Season to the Frequency of Deer-Vehicle Collisions in Michigan. *Journal of Wildlife Management* 70(4):1161-1164.
- SUDHARSAN, K., S. RILEY, B. RILEY & B. MAURER 2005. Deer-Vehicle Crash Pattern Across Ecoregions in Michigan. In: NOLTE, D. L. & K. A. FAGERSTONE (Hrsg.) 2005. *Proceedings of the 11th Wildlife Damage Management Conference*.
- SUDHARSAN, K. & F. STREFF 2001. Deer Vehicle Crashes in Michigan: An Examination of Available Options and New Ideas. University of Michigan Transportation Research Institute.
- SULLIVAN, T. L., A. F. WILLIAMS, T. A. MESSMER & S. Y. KYRYCHENKO 2004. Effectiveness of temporary warning signs in reducing deer-vehicle collisions during mule deer migrations. *Wildlife Society Bulletin* 32:907-915.
- SULLIVAN, J. M. 2009. *Relationships between Lighting and Animal-Vehicle Collisions*. Report No. UMTRI-2009-35. The University of Michigan Transportation Research Institute Ann Arbor, Michigan 8109-2150 U.S.A.
- SÜDWESTRUNDFUNK 2013. *SCHWEIN VON RECHTS. Wildunfälle – die unterschätzte Gefahr*. Reportage [online] <http://www.spiegel.tv/filme/swr-exklusiv-wildunfaelle-schwein-von-rechts/> [25.04.2016].
- TAPPE, P. A. 2005. Deer-Vehicle Collisions in Arkansas. *Journal of the Arkansas Academy of Science* 59:218-221.
- THURFJELL, H., G. SPONG, M. OLSSON & G. ERICSSON 2015. Avoidance of high traffic levels results in lower risk of wild boar-vehicle collisions. *Landscape and Urban Planning* 133:98-104.

- TROTHER, C., M. MEISSNER & S. HERZOG 2014. *Monitoring of an Animal-Activated Electronic Wildlife-Crossing-System*. Poster. IENE 2014 International Conference on Ecology and Transportation, 16-19 Sept., Malmö, Sweden.
- UJVÁRI, M., H. J. BAAGØE & A. B. MADSEN 1998. Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer-vehicle collisions: a behavioral study. *The Journal of Wildlife Management* 62(3):1094–1099.
- UJVÁRI, M., H. J. BAAGØE & A. B. Madsen 2004. Effectiveness of acoustic road markings in reducing deer-vehicle collisions: a behavioural study. *Wildlife Biology* 10:155-159.
- VALERO, E., J. PICOS, L. LAGOS & X. ÁLAVAREZ 2015. Road and traffic factors correlated to wildlife-vehicle collisions in Galicia (Spain). *Wildlife Research* 42:25-34.
- VALITZSKI, S. A., G. J. D'ANGELO, G. R. GALLAGHER, D. A. OSBORN, K. V. MILLER & R. J. WARREN 2007. Deer Responses to Sounds From a Vehicle-Mounted Sound-Production System. *The Journal of Wildlife Management* 73:1072-1076.
- VERCAUTEREN, K. C. & M. J. PIPAS 2003. A review of color vision in white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin* 31(3):684-691.
- VERCAUTEREN, K. C., J. A. SHIVIK & M. J. LAVELLE 2005. Efficacy of an animal-activated frightening device on urban elk and mule deer. *Wildlife Society Bulletin* 33:1281-1287.
- VOSS, H. 2007. Unfallhäufungen mit Wildunfällen – Modellversuch im Oberbergischen Kreis. Projektbericht. Unfallforschung der Versicherer. Forschungsbericht 01/07. Berlin: Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
- WARING, G. H., J. L. GRIFFIS & M. E. VAUGHN 1991. White-tailed deer roadside behavior, wildlife warning reflectors, and highway mortality. *Applied Animal Behavior Science* 29:215–223
- WATSON, M. & J. KLINGEL 2000. Assessing Methods for Reducing Deer-Vehicle Crashes, [online] <http://www.wildlife.state.nm.us/download/conservation/habitat-handbook/project-guidelines/Assessing-Methods-for-Reducing-Deer-Vehicle-Accidents.pdf> [08.12.2015].
- WILDTIER- & FORSTPROGRAMM 2016. Schalenwildvergrämung, [online] www.wildtierprogramm.de/product_info.php/info/p2_Schalenwildvergraemung.html/XT_Csid/35vi6s3i3n88cuqak8vlai6rt2 [02.02.2016].
- WOODHAM, D. 1991. *Evaluation of Swareflex Wildlife Warning Reflectors*. Report No. CDOT-DTD-R-91-11. Colorado Department of Highways, Denver, Colorado 80222.
- ZACKS, J. L. 1985. *An investigation of Swareflex wildlife warning reflectors. Final report*. Federal Highway Administration Report FHWA-MI-RD-85-04, Washington, D.C.
- ZHOU, X. E., K. MELCHER, H. E. XU 2012. Structure and activation of rhodopsin. *Acta Pharmacologica Sinica* 33:291-299.

ZUBEROGOITIA, I., J. DEL REAL, J. J. TORRES, L. RODRÍGUEZ, M. ALONSO & J. ZABALA 2015. Ungulate Vehicle Collisions in a Peri-Urban Environment: Consequences of Transportation Infrastructures Planned Assuming the Absence of Ungulate. *PLoS ONE* 9(9): e107713. doi:10.1371/journal.pone.0107713.