

Überprüfung der Wirksamkeit von „blauen, akustischen und multi-farbigen Reflektoren“ zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Anke Benten

Christian Ammer

J. Emmanuel Bakaba

Überprüfung der Wirksamkeit von „blauen, akustischen und multi-farbigen Reflektoren“ zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Anke Benten
Prof. Dr. Christian Ammer
Dr.-Ing. J. Emmanuel Bakaba

Impressum

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
Unfallforschung der Versicherer

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin

Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

E-Mail: unfallforschung@gdv.de

Internet: www.udv.de

Facebook: www.facebook.com/unfallforschung

Twitter: [@unfallforschung](https://twitter.com/unfallforschung)

YouTube: www.youtube.com/unfallforschung

ISBN-Nr.: 978-3-939163-86-2

Redaktion: Dr.-Ing. J. Emmanuel Bakaba

Bildnachweis: UDV und siehe Quellenangaben

Erschienen: 03/2019

Im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV)

Überprüfung der Wirksamkeit von „blauen, akustischen und multi-farbigen Reflektoren“ zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Bearbeitet durch:

Georg-August-Universität Göttingen
Abteilung Waldbau und Qaldökologie der gemäßigten Zonen
Anke Benten
Prof. Dr. Christian Ammer



Bei der UDV betreut von:

Dr.-Ing. J. Emmanuel Bakaba

Unfallforschung
der Versicherer 
 GDV

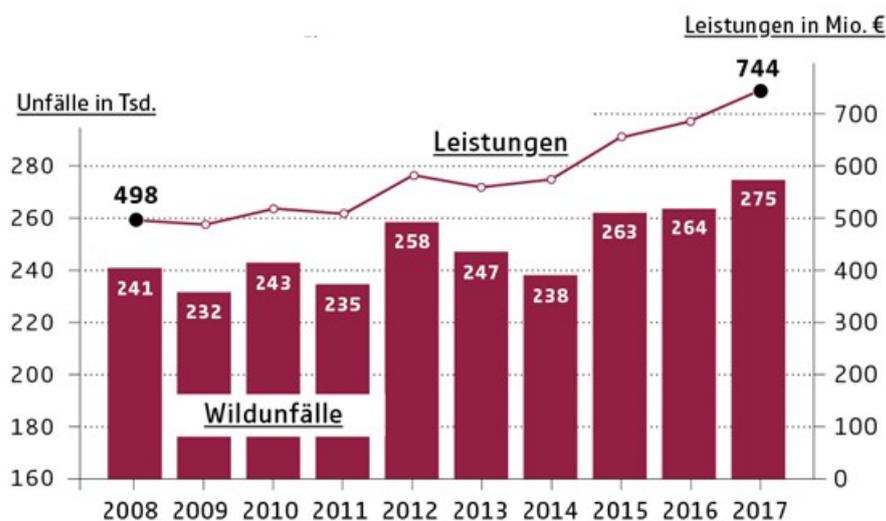
| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung | 1 |
| 2. Literaturoauswertung | 3 |
| 2.1. Auswahl der Literatur | 3 |
| 2.2. Hintergrundinformationen | 3 |
| 2.3. Maßnahmen zur Wildunfallprävention | 6 |
| 2.4. Übersicht über Studien zu Wildwarnreflektoren | 9 |
| 3. Methodik und Streckenkollektive | 22 |
| 3.1. Methodik | 22 |
| 3.2. Auswahl der Streckenabschnitte und Anbringung der Wildwarnreflektoren | 22 |
| 3.3. Erfassung der Unfallzahlen | 29 |
| 3.4. Streckenmerkmale mit möglichem Einfluss auf das Unfallgeschehen | 34 |
| 3.4.1. Verkehrsdaten | 34 |
| 3.4.2. Verbauungen | 35 |
| 3.4.3. Orographische Geländemerkmale | 36 |
| 3.4.4. Beschilderung und Schutzplanken | 37 |
| 3.4.5. Geschwindigkeitsbegrenzung | 37 |
| 3.4.6. Kurvigkeit | 38 |
| 3.4.7. Regelquerschnitt | 39 |
| 3.4.8. Breite des Seitenraums und Anzahl der Fahrstreifen | 39 |
| 3.4.9. Landnutzungstypen | 41 |
| 3.4.10. Forstliche Nutzung | 41 |
| 3.4.11. Abstände von Bäumen zur Straße | 43 |
| 3.4.12. Jagdliche Aktivität | 43 |
| 3.4.13. Sonstige Einflussgrößen | 44 |
| 3.4.13.1 Erholungsverkehr | 44 |
| 3.4.13.2 Zustand der Straßen bei Wildunfällen | 45 |
| 3.4.13.3 Entwicklungszustand der Gehölzvegetation | 46 |
| 3.4.13.4 Nutzungsform und landwirtschaftliche Anbauten | 48 |
| 3.4.13.5 Wildverbiss | 52 |
| 3.4.13.6 Aktivitätszeiträume bei Reh-, Rot-, und Schwarzwild | 54 |
| 3.5. Statistische Auswertung | 55 |
| 3.5.1. Prüfung der Nichtwirksamkeit der Wildwarnreflektoren | 55 |
| 3.5.2. Prüfung des Einflusses von Umgebungsvariablen auf die Unfallhäufigkeit | 57 |
| 3.6. Untersuchungen zur Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge auf Strecken mit und ohne Wildwarnreflektoren | 60 |
| 4. Ergebnisse | 66 |
| 4.1. Unfallzahlen auf den Teststrecken | 66 |
| 4.2. Statistische Prüfung der Nicht-Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren | 68 |
| 4.3. Prüfung möglicher Einflussgrößen auf die Wildunfallzahlen | 70 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4. Untersuchungen zur Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge in Bezug auf Wildwarnreflektoren..... | 72 |
| 5. Zusammenfassung und Empfehlungen | 76 |
| 5.1. Zusammenfassung | 76 |
| 5.2. Empfehlungen..... | 77 |
| 6. Literaturverzeichnis | 79 |
| Abbildungsverzeichnis | 91 |
| Anhang | 94 |

1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Verglichen mit dem Gesamtunfallgeschehen auf deutschen Straßen stellen Wildunfälle nur ein relativ geringes Verletzungsrisiko für Verkehrsteilnehmer dar. Wildunfälle geschehen fast ausschließlich auf Außerortsstraßen. 2017 wurden dort 2.334 Wildunfälle mit Personenschaden polizeilich erfasst, das entspricht rund 2,5 Prozent aller Unfälle mit Personenschaden im Außerortsbereich. Dabei wurden 10 Personen getötet, 561 schwer und 2.121 leicht verletzt. Etwa 96 Prozent dieser Unfälle ereigneten sich auf Landstraßen, also außerhalb des Autobahnnetzes.

Wildunfälle sind überwiegend Unfälle mit Sachschaden, die oft nicht polizeilich aufgenommen werden. Es gibt daher eine sehr hohe Dunkelziffer in der amtlichen Statistik. Die Anzahl der bei den Kfz-Kaskoversicherern gemeldeten Schadensfälle infolge von Wildunfällen hat sich in den letzten zehn Jahren um 14 Prozent auf rund 275.000 im Jahr 2017 erhöht; die damit verbundenen Versicherungsleistungen stiegen im selben Zeitraum sogar um rund 50 Prozent auf 744 Millionen Euro (Abbildung 1). Das heißt, der Kostenanstieg der Versicherungsleistungen beträgt das Dreieinhalb-fache des Anstiegs der Wildunfälle im betrachteten Zeitraum. Wildschäden belegen bei den PKW-Schadensfällen in der Kaskoversicherung nach dem Glasbruch den zweiten Rang. Wildschäden an Fahrzeugen ohne Kaskoversicherung werden in der Regel nicht erfasst und sind damit Teil der Dunkelziffer.



Quelle: GDV
© www.gdv.de | Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV)



Abbildung 1: Anzahl der PKW-Unfälle und Leistungen der Teil- und Vollkaskoversicherer zwischen 2008 und 2017

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Nach der Wildunfallstatistik des Deutschen Jagdverbandes werden je nach Wildart bis zu 20 Prozent der Wildtiere nicht durch die Jagd erlegt. Die meisten davon werden vermutlich durch Kollisionen mit Fahrzeugen im Straßenverkehr getötet. Aufgrund des zunehmenden Verkehrs ist anzunehmen, dass diese Anzahl in den kommenden Jahren weiter steigen wird (Bruinderick und Hazebroek 1996, Seiler 2004, Gritzka et al. 2010). Die in den vergangenen Jahren eingesetzten Gegenmaßnahmen sind in der Regel sehr kostenintensiv (z.B. Wildzäune und Wildbrücken) oder hatten wenig Erfolg (z.B. weiße und rote Reflektoren, Wildwechselzeichen; vgl. Bruinderick und Hazebroek 1996).

In einer von der Unfallforschung der Versicherer (UDV) bereits 2007 publizierten Untersuchung zur Wirksamkeit von weißen, roten und akustischen Reflektoren konnte keine Wirkung auf die Zahl der Unfälle mit Wildbeteiligung nachgewiesen werden (Voß et al. 2007). Nach der Veröffentlichung dieser Studie mehrten Berichte dass blaue Reflektoren zu einer Verminderung von Wildunfällen führen würden. Allerdings haben die Hersteller dieser Reflektoren bis heute keine breit angelegte wissenschaftliche Studie vorgelegt, die eine statistisch signifikante Reduzierung von Wildunfällen durch ihre Produkte nachweist.

Vor diesem Hintergrund hat die UDV die hier vorliegende neue Studie initiiert und finanziert, die durch die Georg-August-Universität Göttingen in Kooperation mit der Universität Zürich durchgeführt wurde. Die zu klärende zentrale Frage war, ob das Anbringen von blauen oder multi-farbigem Reflektoren die Anzahl der Wildunfälle dauerhaft wirksam reduzieren kann. Zudem sollte geklärt werden, inwieweit infrastrukturelle, straßenraumgestalterische, landnutzungs- oder tierspezifische Merkmale einen maßgebenden Einfluss auf das Wildunfallgeschehen haben können.

2. Literaturlauswertung

2.1. Auswahl der Literatur

Im Rahmen des Projekts erfolgte eine intensive Auswertung nationaler und internationaler wissenschaftlicher Fachliteratur zum Thema „Wildunfälle“ und „Wildwarnreflektoren“. Hierzu wurden Publikationen unter Verwendung der Literaturdatenbanken Web of Knowledge (2018), google scholar (2018) und dem Onlinekatalog der Universitätsbibliothek Göttingen (SUB 2018) recherchiert, um das Unfallgeschehen potentiell beeinflussende Variablen und bisherige Ergebnisse zur Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren herauszusuchen.

Weitere Suchkriterien beinhalteten neben diesen Variablen diverse Wildunfallpräventionsmaßnahmen, inklusive der Reflektoren, Über-, Unterführungen und Zäunen, Warnschildern und –anlagen und Untersuchungsmethoden. Ein weiteres Augenmerk lag auf den ökologischen Effekten von Straßen, einschließlich der Habitatkonnektivität, der beeinflussenden Faktoren und dem Wildtierverhalten entlang Straßen. Um ein besseres Verständnis über artspezifisches Wander- und Abwanderungsverhalten und dem damit verbundenen potentiellen Querungsverhalten an Straßen zu gewinnen, wurde hierauf ebenfalls Rücksicht genommen.

Neben den wissenschaftlich veröffentlichten Publikationen wurden zudem Dissertationen, Reviews und Tagungsbänder berücksichtigt, um eine möglichst umfassende Recherche durchzuführen. Im weiteren Verlauf der Literaturrecherche wurden die nicht öffentlich oder durch den Account der Universität Göttingen zugängigen Exemplare bestellt, um die Auswertung fortzuführen. Hierbei ist zu erwähnen, dass bislang nicht alle der online genannten und bestellten Studien, vor allem von internationalen Straßenverkehrsministerien, zum jetzigen Zeitpunkt aufgrund bürokratischer Regelungen zur Verfügung stehen.

2.2. Hintergrundinformationen

In Deutschland sind ca. 5-7 % der Gesamtfläche durch Infrastrukturen bedeckt (Jedicke, 1994). Das deutsche Streckennetz besteht aus insgesamt 231.000 km Auto-, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen sowie 600.000 km übrige Straßen (BMVI 2017).

Das Verkehrsnetz beeinflusst die Natur in direkter und indirekter Weise. Die physische Präsenz von Straßen zerstört Habitate, ändert hydrologische Dynamiken und unterbricht ökologische Prozesse. Der Einflussbereich der Infrastruktur reicht, z.B. durch Verschmutzung und Lärm, noch um einiges weiter (z.B. Forman und Deblinger 2000, Forman et al. 1997). Neben Habitatverlust und Störung bilden Straßen auch Korridore und schaffen somit neue Habitate und Rückzugsmöglichkeiten. Für die meisten nicht-flugfähigen Tiere bilden Straßen allerdings Barrieren, die die Bewegungsmöglichkeiten der Tiere

einschränken und letztendlich zur Isolation von Populationen führen. Tiere, die diese Barrieren überwinden, werden nicht selten überfahren, was nicht nur ihren eigenen Tod bedeutet, sondern im Falle seltener Arten auch eine Gefahr ihres Bestandes und natürlich auch ein Risiko für die Verkehrssicherheit darstellt (z.B. Beben 2012).

Wildunfälle sind vermutlich die am offensichtlichsten Effekte von Straßen auf die Umwelt, zumal die am Straßenrand liegenden Tierkadaver ein alltägliches Bild darstellen. Die Zahl der Wildunfälle steigt stetig, da sowohl der Verkehr als auch das Straßennetz immer weiter zunehmen. „Irgendwann in den vergangenen 30 Jahren haben Straßen mit Fahrzeugen die Jagd als größten direkten Grund für Wildsterben abgelöst“ (Forman und Alexander 1998).

In Großbritannien werden beispielsweise jährlich ca. 4 Millionen, in Holland ca. 2 Millionen Vögel überfahren (Hodson 1966, Van den Tempel 1993). In Belgien kommen ca. 4 Millionen größere Vertebraten im Straßenverkehr ums Leben (Rodts 1998), und in Dänemark wird die Zahl der getöteten Säugetiere auf 1,5 Millionen pro Jahr geschätzt (Hansen 1982). In den USA wurden sogar Zahlen von 1 Millionen getöteter Tiere auf Straßen pro Tag genannt (Lalo 1987), während in Spanien jedes Jahr von 10 Millionen getöteten Säugetieren, Vögeln, Reptilien und Amphibien ausgegangen wird (Mata et al. 2005).

Auch wenn bei solchen Unfällen nur sehr selten Menschen getötet oder verletzt werden, sind die entstehenden Kosten enorm. In Europa wurden 1996 ca. 500.000 Wildunfälle mit Paarhufern, 300 Verkehrstoten und ein Materialschaden von 1 Mrd. US Dollar registriert, 2014 lagen diese Zahlen bei 1,5 Millionen. Wildunfällen mit Rehen und einem Sachschaden von 1,7 Mrd. US Dollar allein in den USA (Bruinderink und Hazebroek 1996).

Um die ökologischen Folgen von Unfällen auf Tierpopulationen zu evaluieren muss die Populationsgröße und Wachstumsrate mit einbezogen werden. Eine große Anzahl an Wildunfällen mit einer Art bedeutet nicht notwendigerweise, dass diese Art gefährdet wird. Für seltenere Arten stellen Wildunfälle jedoch eine ernste Bedrohung dar und für viele gefährdete Säugetierarten bedeuten Wildunfälle den wichtigsten Mortalitätsgrund überhaupt (z.B. Müller et al. 2014). Zum Beispiel werden 50 % des gefährdeten Florida-Pumas im Straßenverkehr getötet (Harris und Scheck 1991), ca. 10 % der iberischen Luchse (Rodriguez und Delibes 1992) und ca. 20 % der niederländischen Dachspopulation (z.B. Broekhuisen und Derckx 1996). Für andere Wildtierarten, wie z.B. Nager, Hasen, Füchse, Sperlinge oder Krähen stellen Wildunfälle dagegen nur zu einem kleinen Teil die Todesursache dar, nämlich weniger als 5 %, das (z.B. Bennett 1991, Rodts 1998). Auch Rothirsche, Rehe oder Wildschweine werden nur zu ca. 5 % im Straßenverkehr in Europa getötet (z.B. Bruinderink und Hazebroek 1996). Aufgrund der hohen Populationsdichte machen diese Tierarten jedoch den größten Teil an Wildunfällen aus.

Neben den ökonomischen Aspekten stellen sich auch ethische Fragen. Viele Tiere, die von einem Auto angefahren werden, sterben nicht sofort, sondern verenden erst später an den Folgen ihrer Verletzungen oder dem Schock. Jeder Autofahrer, der nicht versucht unnötiges Leiden oder Schmerzen von Tieren zu minimieren verstößt gegen das deutsche Tierschutzgesetz (Fehlberg 1994). Jäger beschwerten sich zunehmend über die steigende Arbeit angefahrene Tiere aufzuspüren und erlegen zu müssen (Swedish Hunters Association). Forschungsprojekte zur Unfallvermeidung, Photoausstellungen und Bücher zeugen davon, dass das Problem in das öffentliche Bewusstsein gerückt ist.

Wildunfälle ereignen sich in der Regel nicht zufällig, sondern werden durch bestimmte Faktoren begünstigt (vgl. Gunson et al. 2011, van der Ree et al. 2015). So nimmt die Zahl an Wildunfällen in Aktivitätsphasen der Wildtiere und bei hoher Wildtierdichte zu. Wildunfälle nehmen zudem mit dem Verkehrsvolumen zu, aber sehr hohes Verkehrsvolumen und Lärm scheint Tiere wiederum abzuschrecken, sodass eine Barriere entsteht (Clarke et al. 1998, van Langevelde et al. 2009, Beben 2012). Die Tageszeit, die Paarungszeit, Abwanderung der Jährlinge und saisonale Wanderungen zwischen Winter- und Sommerhabitaten spielen ebenfalls eine Rolle (z.B. Aaris-Sorensen 1995, Bruinderink und Hazebroek 1996). In gleicher Weise können Temperaturänderungen, Regen oder Schneedecke einen Einfluss auf Ort und Zeit eines Wildunfalls haben (z.B. Belant 1991, Gundersen und Andreassen 1998).

Die Anwendung von Gegenmaßnahmen kann das Risiko eines Wildunfalls abmildern, doch solange Straßen und Straßenränder attraktive Ressourcen darstellen, nehmen Wildunfälle weiterhin zu. Vor allem bei Tierarten mit geringer Mobilität, wie zum Beispiel viele Amphibien, können geeignete Orte und Zeiten solcher Gegenmaßnahmen relativ leicht ermittelt werden. Dort wo Straßen nahe an Brutplätzen, Feuchtgebieten und Futterangebot vorbeiführen, werden zur Wanderzeit von und zu den Brutgebieten die meisten Amphibien überfahren (z.B. Van Gelder 1973, Ashley und Robinson 1996).

Andere Tierarten, vor allem größere Säugetiere, sind weniger von einem speziellen Habitat abhängig und bewegen sich unabhängiger in der Landschaft. Das macht es schwieriger, genaue Gefahrenherde für Wildunfälle vorherzusagen (Madsen 1998) und steigert den Bedarf einer genaueren räumlichen und zeitlichen Untersuchung, um geeignete Standorte für Gegenmaßnahmen zu identifizieren. Zusätzlich beeinflusst das Verhalten der Tiere die Gefahr von Wildunfällen. Dies ist besonders bei Rehen gut untersucht. Einflüsse können dabei das gewählte Habitat sein (McShea et al. 2008), Bewegungen aufgrund der Beschaffenheit des Habitats (Finder et al. 1999, Nielsen et al. 2003), zunehmende Aktivität in Bezug auf die Paarungszeit (Sudharsan et al. 2006), Jahreszeit (Hubbard et al. 2000), und selbst Mondphasen spielen eine Rolle (Colino-Rabanal et al. 2018).

Gegenmaßnahmen lassen sich in 3 große Gruppen einteilen. Zum einen kann die Zahl der Tiere reduziert, von den Straßen ferngehalten werden, z.B. durch Zäune, Brücken oder Tunnel. Zum anderen können Menschen an Straßenabschnitten, an denen sich häufig Wildunfälle ereignen, gewarnt werden. Drittens können Straßen für Wildtiere unattraktiver gestaltet werden, z.B. durch fehlendes Nahrungsangebot oder der Installation von abschreckenden Reflektoren.

Die Reduzierung der Wildtierdichte führt zu einem Rückgang von Wildunfällen. Die Literatur hierzu befasst sich vor allem mit Rehwild, da von ihm der größte Schaden ausgeht (DeNicola und Williams 2008, Rutberg und Naugle 2008). Der einzige Weg, die Wilddichte zu reduzieren, ist das Entfernen von Individuen aus der Population (DeNicola et al. 2000, Rutberg et al. 2004). In den meisten Staaten ist das Fangen und Wiederansiedeln andernorts aufgrund zu hoher Kosten, dem Risiko, Krankheiten zu übertragen, dem Fehlen von geeigneten Wiederansiedlungsgebieten oder aus ethischen Gründen (zu viel Stress für die Tiere) nicht durchführbar (Conover 2002). Daher bleibt nur die letale Regulierung (DeNicola und Williams 2008). Die Anzahl der Rehe kann durch Jäger leicht dezimiert werden und ist mit einer Reihe anderer Effekte verbunden (DeNicola et al. 2000), z. B. einem Rückgang an Zecken, FSME und Borreliose (Stafford et al. 2003) und einer Reduktion von Schäden durch Wildverbiss in forstlich bewirtschafteten Gebieten (z.B. Conover 1997). Dennoch ist der Ansatz der Reduktion der Wildbestände umstritten (Conover 1997), da der Effekt nur lokal wirkt (Hedlund et al. 2004), die Öffentlichkeit die betreffenden Praktiken zumeist ablehnt und Jagdpächter in der Regel möglichst viele Rehe in ihren Revieren halten wollen um Selektionsmöglichkeiten zu haben.

Eine Verminderung von Wildunfällen durch das Absenken der Verkehrsdichte ist in der Regel nicht realistisch. So ist die Anzahl an Fahrzeugen schwer zu kontrollieren, vor allem in Regionen mit regulärem Verkehrsaufkommen, z. B. bedingt durch den Berufsverkehr (z.B. Storm et al. 2007).

2.3. Maßnahmen zur Wildunfallprävention

Zäune und Wildtierpassagen

Verschiedene Studien haben sich mit der Effektivität der räumlichen Trennung von Verkehr und Tieren befasst, z.B. in Form von Zäunen (z.B. Falk et al. 1978, Putman 1997, Clevenger et al. 2001). Dabei ist es wichtig, dass die Zäune einer ständigen Kontrolle unterliegen, da Rehe schnell Lücken > 23 cm nutzen, um die Zäune zu durchqueren (z.B. Falk et al. 1978). Auch müssen Zäune ca. 2,4 - 3,0 m hoch sein um ein Überspringen durch die Tiere zu vermeiden (Clevenger et al. 2001) und fest im Boden verankert sein (Putman 1997). Ein Austausch zwischen den Populationen und der Wechsel zwischen verschiedenen Habitaten

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

sollen dabei gewährleistet sein. Eine Möglichkeit hierfür können Querungsmöglichkeiten sein.

Tierquerungen können in zwei große Gruppen eingeteilt werden. Zum einen gibt es Überführungen, wie zum Beispiel Landschaftsbrücken, Grünbrücken oder Pässe über Tunnel. Dabei sollte die Breite der Landschaftsbrücken über 100 m liegen und die Brücken mit natürlicher Vegetation bewachsen sein. Auch sollte die umgebende Landschaft erhalten bleiben (Beben und Manko 2006). Große Überführungen, wie Grünbrücken, sollten 30-100 m breit sein (z.B. Knapp et al. 2004). Je nach Ausmaß der Grünbrücken können sie von verschiedenen Tiergruppen verwendet werden (z.B. Beben et al. 2004, Clevenger und Waltho 2005). Zum anderen gibt es Unterführungen, wie zum Beispiel kleine Brücken, Tunnel oder Abflusskanäle. Die Effektivität dieser Passagen hängt von der Dimension und Höhe ab. Für mittelgroße Tiere, wie zum Beispiel Rehe sollte die Höhe bei 2,5 m liegen. In Gebieten mit größeren Tieren sollten die Maße bei 4 m Höhe und 20-50 m Weite liegen. Sie bestehen meist aus Beton und Stahl und eignen sich für viele verschiedene Tierarten, wie zum Beispiel Füchse, Dachse, Igel, Marder, Hasen und Kaninchen, aber auch für Rehe, Hirsche und Wildschweine (z.B. Forman et al. 2003).

Kleine Unterführungen für kleinere Tiere in der Form von Tunneln und Kanälen bestehen häufig aus runden, elliptischen oder rechteckigen Durchgängen zwischen 0,5 und 2,0 m Breite. Sie bestehen meist aus Beton, Stahl oder Plastik, mit einer Schicht Erde als Bodenlage. Sie sollen vor allem kleineren Tieren, die bei Nacht jagen, dienen, wie zum Beispiel Dachsen, Füchsen, Mardern, Igel oder auch Nagern (Clevenger et al. 2001, Beben und Manko 2006). Wichtig neben den Ausmaßen dieser Brücken, Tunnel und Durchlässe ist die Möglichkeit der Tiere bedeutsam beim Eintreten den Ausgang zu sehen (Knapp et al. 2004). Zudem sollte dort nur eine geringe menschliche Aktivität stattfinden (Phillips et al. 2001). Brücken mit entsprechenden landschaftlich angepassten Strukturen und Tunnel mit erdiger Beschichtung werden häufiger genutzt als Gebilde mit künstlichem Untergrund wie Beton (Ng et al. 2004).

Warnung der Menschen

Da Tiere meist direkt über die Straße wechseln, besteht eine gängige Methode darin, Menschen durch Wildwechselwarnschilder vor Wildunfall-Hotspots zu warnen. Zusätzliche Geschwindigkeitsbegrenzungen von 50 km/h kommen an Straßen mit relativ geringem Verkehrsvolumen zumeist hinzu, d.h. es sollten nicht mehr als 5000 Fahrzeuge pro Tag sein (Seiler et al. 2003, Beben et al. 2004). Eine Reduzierung des Tempolimits (Marcoux et al. 2005, Sudharsan et al. 2009) und Schulungen zu den Risikofaktoren von Wildunfällen (Marcoux et al. 2005) stellen ebenfalls Möglichkeiten dar vorbeugend tätig zu werden. Nichtsdestotrotz scheinen Maßnahmen wie Geschwindigkeitsbeschränkungen wenig

wirksam zu sein, da entsprechende Warnschilder an vielen Straßen installiert sind und die Fahrer die Schilder und die damit verbundenen Geschwindigkeitslimits ignorieren (Beben 2012).

Um einen Gewöhnungseffekt der Autofahrer zu vermeiden, können entsprechende Warnschilder auch nur zu bestimmten Jahreszeiten angebracht werden (Sullivan et al. 2004). Noch effektiver können elektronische Wildwarnanlagen sein, die nur bei der Detektion von Wild in unmittelbarer Nähe aktiviert werden. Diese Systeme können durch verschiedene Mechanismen aktiviert werden, zum Beispiel das Erfassen seismischer Bodenvibrationen, Infrarot-Strahlung, oder durch Durchbrechen von Mikrowellen, Lasern oder Infrarot-Strahlen, wenn Tiere sich bestimmten Bereichen nähern (Mastro et al. 2008). Auch wenn noch nicht viele Ergebnisse zu diesen Anlagen vorliegen, gibt es Hinweise, dass Autofahrer die Geschwindigkeit reduzieren (z.B. Hammond und Wade 2004) und aufmerksamer sind (Huijser et al. 2006), wodurch es zu weniger Wildunfällen kommen könnte. Die einzige bislang veröffentlichte Studie hierzu stammt aus der Schweiz und gibt an, dass Wildunfälle um 80% zu reduziert wurden (Mosler-Berger und Romer 2003). Auch ein vorläufiges Pilotprojekt in Baden-Württemberg gibt eine Reduzierung von Wildunfällen um 75 % an in einer Versuchszeit von zwei Jahren an (Strein et al. 2008).

Warnung der Tiere

Eine weitere Möglichkeit ist es, Tiere von Straßen fern zu halten. Dies kann zum einen darüber geschehen, dass sie dort keine Nahrung finden (z.B. Donaldson 2006), dass sie anderorts zugefüttert werden (Wood und Wolfe 1988) oder dass der Einsatz von Streusalz reduziert wird, da dieses Rehwild anzulocken scheint (z.B. Forman und Alexander 1998). Eine weitere Möglichkeit sind sogenannte Rehpfeifen an Fahrzeugen. Diese Pfeifen sollen bei einer Geschwindigkeit ab 50 km/h Frequenzen von 3-12 kHz erzeugen (Scheifele et al. 2003). Studien haben gezeigt, dass der Bereich des empfindlichsten Hörens bei Rehen zwischen 2-6 kHz (Scheifele et al. 2003) oder 4-8 kHz (D'Angelo et al. 2007) liegt. Unter idealen Bedingungen sollte eine Pfeife somit 100 dB Schalldruck bei 1 m erzeugen um 100 m entfernt vom Fahrzeug wahrgenommen zu werden (D'Angelo et al. 2007). Es ist jedoch unklar, ob diese Entfernung ausreicht, um ein Vermeidungs- oder Fluchtverhalten von Rehen auszulösen (D'Angelo et al. 2007). Auch haben andere Studien gezeigt, dass Rehe keinen Unterschied zwischen Autos mit und Autos ohne Pfeifen machen (Romin und Dalton 1992), dennoch werden diese Pfeifen weiterhin vertrieben (Romin und Bissonette 1996, Sullivan und Messmer 2003). Auch andere Studien mit akustischen Warnsignalen konnten keinen dauerhaften Effekt im Verhalten von Rehwild zur Vermeidung von Wildunfällen feststellen, da vermutlich eine Habituation stattfindet (Ujvári et al. 2004).

Auch sogenannte Duftzäune sollen Rehwild davon abhalten, sich einer Straße zu nähern. Eine Fülle von Studien wurde hierzu durchgeführt, jedoch konnte keine einen Effekt auf Wildunfälle oder deren Prävention feststellen (Putman 1997, Danielson und Hubbard 1998, Hedlund et al. 2004, Knapp et al. 2004). Auch in Verhaltensuntersuchungen an Rotwild, Sikawild, Damwild, Muffelwild und Rehwild in Gefangenschaft konnte kein verändertes Verhalten der Tiere in Bezug auf die Duftstoffe feststellen (Lutz 1994).

Eine gängige Praxis ist es, Wildwarnreflektoren an Straßenrändern zu installieren. Diese Reflektoren sollen das Licht herannahender Fahrzeuge reflektieren, entweder in Form eines Fächers im 90° Winkel zur Straße oder um einen Lichtzaun entlang der Straße aufzubauen. Die Reflektoren werden als effektive Methode angepriesen, Tiere von Straßen fernzuhalten. Allerdings kommen viele Studien zu einem gegenteiligen Ergebnis (z.B. Schafer und Penland 1985, Waring et al. 1991, Romin und Dalton 1992, Ford und Villa 1993, Pafko und Kovach 1996, Cottrell 2003, Rodgers 2004, Ramp und Croft 2006). Vor dem Hintergrund der hier vorgelegten Untersuchung soll im Folgenden auf die zur Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren vorhandene Literatur ausführlich eingegangen werden.

2.4. Übersicht über Studien zu Wildwarnreflektoren

Bei Untersuchungen zur Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren wurden in der Vergangenheit vor allem die folgenden vier verschiedenen Ansätze verwendet:

1. Vorher/Nachher-Untersuchung (before/after (BA)). hierbei werden die Wildunfallzahlen vor und nach Anbringung von Wildwarnreflektoren verglichen,
2. Cover/uncover: hierbei werden die Wildwarnreflektoren abwechselnd abgedeckt/entfernt und aufgedeckt/wieder angebracht,
3. CI (Control Impact). hierbei werden zum gleichen Zeitpunkt Strecken mit Wildwarnreflektoren mit Kontrollstrecken ohne Wildwarnreflektoren verglichen,
4. BACI (Before-After Control-Impact). hierbei wird sowohl eine Vorher/Nachher-Untersuchung (BA), als auch eine Kontrolle (CI) durchgeführt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse verschiedener Studien nach Ländergruppen vorgestellt.

Österreich und Deutschland

Ladstätter (1974), Österreich

Ladstätter berichtet von einer Untersuchung des österreichischen Landesjagdverbands, bei der 24 Abschnitte zu je ca. 1,5 km Länge mit Swareflex Wildwarnreflektoren ausgestattet wurden. Vor Anbringung der Reflektoren wurden dort ca. 212 Wildunfälle mit Reh- und

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Rotwild gemeldet, nach Anbringung der Reflektoren seien diese um durchschnittlich 80 % zurückgegangen.

Rudelstorfer und Schwab (1975), Österreich

Rudelstorfer und Schwab dokumentierten in einer Vorher-Nachher Untersuchung die potentielle Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren. Sie beziehen ihre Ergebnisse dabei lediglich auf ein Jahr vor und nach der Anbringung der Wildwarnreflektoren.

Lück (1977), Deutschland

Lück untersuchte Swareflex Wildwarnreflektoren auf zwei Streckenabschnitten in einer Vorher-Nachher Analyse. Dabei konnte er keinen positiven Effekt der Wildwarnreflektoren auf die Wildunfallhäufigkeit feststellen. Auch bei Verhaltensbeobachtungen konnte er keine Reaktion des Wildes auf Reflektoren, aber auf herannahende Fahrzeuge, feststellen.

Olbrich (1984) Deutschland

Olbrich führte Wildunfallzählungen von diversen Versuchsstrecken mit diversen Wildwarnreflektortypen auf, Aufgrund diverser Schwierigkeiten wurde die Untersuchung nicht zu Ende geführt. Auch eine statistische Analyse der Wildunfälle mit und ohne Reflektoren erfolgte nicht, jedoch vermutet Olbrich, dass Wildwarnreflektoren Wildunfälle um bis zu 20 % verringern könnten.

Voß et al. (2007), Deutschland

Die an sechs Strecken durchgeführten Maßnahmen zur Reduzierung der Wildunfälle wurden im Vorher/Nachher-Vergleich jeweils 3 Jahre untersucht. Dabei wurde neben verschiedenen anderen Verfahren (Freischneiden von Straßenbegleitgrün, Duftbarrieren und optisch-akustischen Reflektoren) auch die Wirksamkeit optischer Reflektoren getestet. Die Streckenlängen variierten von 145 m bis 2898 m (0,5 km bei den optischen Reflektoren). Die Unfalldichten pro Jahr und km lagen zwischen 5 und 13 für Vorher, und zwischen 0 und 9,5 für Nachher. Einzelne Strecken wiesen eine Zunahme von 12 auf 17 Unfällen in den drei Jahren auf, andere im gleichen Zeitraum eine Abnahme von 10 auf 0. Insgesamt konnte bei keiner der durchgeführten Maßnahmen eine wirksame Reduzierung der Unfallzahlen nachgewiesen werden.

Trothe et al. (2016), Deutschland

Im Auftrag u.a. des ADAC und einiger Jagdverbände testeten Trothe et al. (2016) zwei Vermeidungsmaßnahmen gegen Wildunfälle im Straßenverkehr, den „Duftzaun“ von HAGOPUR und blaue Halbkreisreflektoren (Fa. Schilderwerke Beutha GmbH). In einem Vorher-Nachher-Vergleich kam es nach 4 Jahren Anwendung zu einer Reduktion der Wildunfälle um durchschnittlich 56 % (Duftzaun) bzw. 63 % (blaue Halbkreisreflektoren). Die

Untersuchung fand zwar auf 28 Teststrecken in Schleswig-Holstein statt, auswertbar waren jedoch nur Daten von 22 Teststrecken. Die Teststrecken sind unterschiedlich lang (80 -2.900 m) und können unterbrochen sein. Auch wenn weitere erklärende Variablen gemessen und in die Auswertung mit einbezogen wurden, ist der grundsätzliche Ansatz der Studie fragwürdig. Zum einen ist die Fallzahl sehr klein ($n=22$) und es werden keinerlei Unsicherheitsmaße sondern nur Punktschätzer angegeben. Zum Zweiten werden für den vierjährigen Untersuchungszeitraum ausschließlich Unfallmeldungen durch Jagd ausübungs berechnete berücksichtigt, wie die Daten der Vorjahre ermittelt und konkret auf die Teststrecken bezogen werden konnten, wird nicht erklärt. Obwohl die Autoren die hohen interannuellen Schwankungen der Unfallzahlen hervorheben, werden die Ergebnisse der Unfallreduktion nicht statistisch abgesichert, sondern lediglich deskriptiv dargestellt. Auch wird nicht klar, wie eine mögliche Verlagerung der Unfallschwerpunkte ausgeschlossen werden kann, wenn gleichzeitig beschrieben wird, dass Unfälle auch vor, hinter und zwischen den mit Duftsäumen und Reflektoren bestückten Abschnitten in hohem Maße stattgefunden haben. Letztlich fehlen in der Literaturübersicht einschlägige Arbeiten (z. B. Hothorn et al. 2012). Im Ergebnis werden die beiden untersuchten Methoden als wichtige Bausteine in der Unfallvermeidung empfohlen.

Schulze und Polster (2017), Deutschland

In einem durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) geförderten Projekt wurde an der TU Dresden das lichttechnische Wirkprinzip von 9 verschiedenen, aktuell im Handel befindlichen optischen Wildwarnreflektoren getestet. Es wurde analysiert, ob und wie Licht in den Straßenseitenraum reflektiert wird, welche Farbe das reflektierte Licht hat und wie hoch die Intensität der Reflexion ist.

Es stellte sich heraus, dass mit einem mittleren Anteil von weniger als 5 % der reflektierenden Objektoberfläche der Warnereffekt für Wildtiere im Straßenseitenraum bei allen Fabrikaten so gering sein muss, dass dieser Effekt kaum die Erhellung durch die Scheinwerferstrahlung der sich annähernden Fahrzeuge übersteigt. Somit kommt die Studie zu dem Schluss, dass keiner der getesteten optischen Reflektoren in der Lage ist, ausreichend wahrnehmbare optische Reize für Wildtiere zu generieren. Auch eine Erweiterung der Technik (veränderte Farben, lichtstärkere Scheinwerfer) lassen keine nutzbringende Lösung des Problems erwarten.

Brieger et al. (2017), Deutschland

In einem völlig neuartigen experimentellen Ansatz testeten Brieger et al. (2017) die Wirksamkeit von blauen Reflektoren der Firma Schilderwerk Beutha GmbH, Stollberg. Das Experiment wurde ergänzt durch Freilanduntersuchungen. Im Experiment wurden in Zäunen künstliche Straßen angelegt und mit Leitpfosten bestückt, diese wurden in unregelmäßigen,

Verkehr simulierenden Abständen mit Licht bestrahlt und parallel dazu das Verhalten der in den Zäunen vorhandenen Rehe mit Wärmebildkameras erfasst. Die Freilanduntersuchung wurde an fünf Strecken mit Wärmebildkameras durchgeführt. Auch hier wurde über 3 Jahre hinweg die Reaktion von Wild erfasst. Im Ergebnis zeigte sich weder im Experiment noch bei der Freilanduntersuchung ein signifikanter Effekt des von den Reflektoren emittierten Lichts auf das Verhalten der Rehe. Die Autoren schlussfolgern aus ihrer Untersuchung, dass ihre Ergebnisse gegen die Annahme sprechen, mit den eingesetzten Reflektoren sei eine Beeinflussung der Rehe in einer Weise verbunden, dass damit Unfälle vermieden werden können.

Skandinavien

Eklom (1979), Schweden

Eklom untersuchte die Wirksamkeit von Van de Ree Wildwarnreflektoren auf 80 Abschnitten in Schweden. Je 1 km des Abschnitts wurde mit den Reflektoren ausgestattet. Nach einer Lücke von 500 m wurde ein Kontrollabschnitt von 1 km Länge einbezogen. Während der Nachtstunden wurden 83 Wildunfälle mit Rehen und Elchen auf den Abschnitten mit Reflektoren und 77 auf den Kontrollstrecken dokumentiert. Daraus schließt Eklom, dass die Wildwarnreflektoren keinen signifikanten Einfluss auf die Wildunfallhäufigkeit hatten.

Lethimäki (1979), Finnland

Lehtimäki untersuchte in einem BACI-Ansatz die Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren. Hierfür stattete er 30 Versuchsstrecken mit je 1 km Teststrecke, 0,5 km Pufferzone und 1 km Kontrollstrecke aus. Vor Anbringung der Reflektoren wurden 49,2% der Wildunfälle auf dem Abschnitt mit späteren Wildwarnreflektoren verzeichnet, nach Anbringung der Reflektoren 50,4%. Auf den Kontrollstrecken wurden vorher 50,8 % und nachher 49,6 % der Wildunfälle gemeldet. Daraus schließt der Autor, dass die Wildwarnreflektoren nicht zur Verhinderung von Wildunfällen beitragen.

Ujvari (1998), Dänemark

Ujvari testete die Reaktion diverser Schalenwildarten im Freiland auf WEGU Wildwarnreflektoren. Dabei stellte sie fest, dass es zunächst eine Reaktion des Wildes auf die Reflektoren bei herannahenden Fahrzeugen gab, diese jedoch bereits nach wenigen Tagen nicht mehr zu beobachten war. Daher schließt sie, dass die schnelle Gewöhnung an die Reflektoren eine Wirkung zur Verhinderung von Wildunfällen ausschließt.

Libja und Gundersen (2001), Norwegen

Libja und Gundersen untersuchten das Verhalten von Elchen in Ab- und Anwesenheit von Swareflex Wildwarnreflektoren auf einem 2,4 km langen Abschnitt in Norwegen, auch unter

Verwendung der Beobachtungen von Fjeld und Antonsen (1999). Sie untersuchten die Schneespuren von Elchen entlang des Testabschnittes in den Wintern 2000 und 2001 und stellten fest, dass 70% der Elche, die die Fahrbahn überquert haben, ein Vermeidungsverhalten gezeigt hätten. Wenn die Reflektoren durch Schnee bedeckt waren, stellten sie ein Vermeidungsverhalten von 50 % fest. Dabei ist nicht festzustellen, ob zu dem gleichen Zeitpunkt Verkehr in unmittelbarer Nähe war oder das Vermeidungsverhalten und die Verdeckung der Reflektoren gemeinsame Ursachen haben könnten (i.e. schnellere Entscheidung bei stärkerem Schneefall?). Sie kommen zu dem Ergebnis, dass Elche positiv auf die Reflektoren reagieren.

Lien Aune (2004), Norwegen

Lien Aune untersucht in ihrer Arbeit das Verhalten von Elchen mit und ohne Wildwarnreflektoren. Im Gegensatz zu Libja und Gundersen (2001) findet sie jedoch keinen Unterschied im Verhalten der Tiere.

Australien, Kanada, USA

Boyd (1966), USA

Boyd führte eine BACI-Analyse mit Van de Ree Reflektoren entlang zwei jeweils 2 km langen Abschnitten auf den Bundesstraßen 6 und 24 zwischen 1962 und 1965 durch. Auf dem ersten 2 km Abschnitt wurden die Reflektoren so angebracht, dass sie zum Verkehr hin reflektieren, auf dem zweiten Abschnitt so, dass sie vom Verkehr weg reflektieren. In den 3 Jahren vor Anbringung der Reflektoren wurden durchschnittlich 17,3 Rehe im Jahr überfahren. Im Jahr nach Anbringung der Reflektoren wurden 8 Wildunfälle gemeldet. Der Autor kommt zu dem Schluss, dass weitere Untersuchungsjahre notwendig sind, um eine Aussage über die Wirksamkeit der Reflektoren treffen zu können.

Queal (1968), USA

Queal untersuchte eine den Van de Ree ähnliche Wildwarnreflektorart, die vom amerikanischen Hersteller Ruppert Manufacturing Company hergestellt wurde. Im untersuchten Streckenabschnitt sank die Zahl der Wildunfälle im Jahr nach Anbringung der Reflektoren im Vergleich zu den Vorjahren, nahm jedoch in den folgenden zwei Jahren zu, sodass durchschnittlich mehr Wildunfälle in den drei Jahren nach Reflektorinstallation pro Jahr dokumentiert wurden als in den drei Jahren zuvor. Aufgrund der geringen Stichprobengröße räumt er ein, dass keine Aussage über die Wirksamkeit der Reflektoren getroffen werden kann, vermutet jedoch, dass diese keinen Einfluss auf Wildunfälle nehmen.

Gordon (1969), USA

Gordon führte die Untersuchung von Boyd (1966) fort und untersuchte die Wirkung von Van de Ree Reflektoren auf den Bundesstraßen 6 und 24 bis März 1969. DA die Wildunfälle nach Anbringen der Reflektoren nicht dauerhaft sanken, schloss der Autor, dass Van de Ree Reflektoren nicht zur Verhinderung von Wildunfällen beitragen.

Beauchamp (1970), USA

Beauchamp führte zwischen 1963 und 1969 eine Vorher/Nachher-Analyse mit Wildwarnreflektoren auf einem ca. 4,8 km langen Abschnitt auf der Bundesstraße 70 durch. In den drei Jahren vor Anbringung der Reflektoren wurden durchschnittlich 20 Wildunfälle dokumentiert. Im Jahr nach Anbringung der Reflektoren nahm die Anzahl der Wildunfälle auf 5 ab. Jedoch wurden in diesem Jahr auf der gesamten Bundesstraße weniger Wildunfälle gemeldet, als in den Jahren zuvor, jedoch nicht so viele wie auf der Teststrecke. Im zweiten Jahr nach Anbringung der Reflektoren stieg die Anzahl der Wildunfälle auf dem Abschnitt mit Wildwarnreflektoren wieder auf das Level vor Installierung der Reflektoren. Beauchamp schließt daraus, dass die Wildwarnreflektoren kurzfristig die Anzahl der Wildunfälle verringert, sich jedoch nach einiger Zeit eine Gewöhnung einstellt.

Woodard (1973), USA

Woodard untersuchte die Wirkung von Swareflex Wildwarnreflektoren auf einem ca. 1 km Testabschnitt mit einem cover/uncover Ansatz im wöchentlichen Rhythmus für 6 Monate. In der Zeit, in der die Reflektoren verdeckt, bzw. entfernt wurden, starben 8 Großohrhirsche (die vor Ort am häufigsten vorkommende Hirschart). In der Zeit in der die Reflektoren betriebsbereit waren, wurden 11 Tiere überfahren. Woodard schließt daraus, dass Reflektoren keinen positiven Einfluss auf Wildunfälle haben.

Gilbert (1982), USA

Gilbert testete die Wirksamkeit von Van de Ree Wildwarnreflektoren auf 12 Test- und 12 Kontrollabschnitten über einen Zeitraum von 33 Monaten. Während dieser Zeit wurden 4 Wildunfälle auf Strecken mit und 3 auf Strecken ohne Wildwarnreflektoren dokumentiert. Als Fazit seiner Arbeit schließt Gilbert, dass aufgrund der geringen Anzahl an Wildunfällen in dieser Studie keine abschließende Aussage zur Wirksamkeit der Reflektoren möglich ist. Er vermutet jedoch, dass die Wildwarnreflektoren nicht zur Verminderung von Wildunfällen beitragen.

Gladfelter (1984), USA

Gladfelter studierte die Effektivität von Swareflex Wildwarnreflektoren in einer BACI-Analyse entlang verschiedener Abschnitte auf Bundes- und Landesstraßen zwischen Oktober 1979 und Juli 1983. Im Jahr vor Anbringung der Reflektoren wurden insgesamt 34 Wildunfälle auf den Teststrecken und 4 Wildunfälle auf den Kontrollstrecken dokumentiert. In den drei Jahren nach Anbringung der Wildwarnreflektoren wurden auf den Strecken mit Reflektoren 16,6 und auf den Kontrollstrecken 5,6 Wildunfälle im Jahr dokumentiert. Zusätzlich wurde das Jahr nach Entfernen der Wildwarnreflektoren untersucht. Dabei sank die Zahl der Wildunfälle auf den Strecken, an denen zuvor Wildwarnreflektoren angebracht waren. Der Autor interpretierte das Ergebnis so, dass die Wildwarnreflektoren auf einigen Strecken zur Verhinderung von Wildunfällen beitragen konnten.

Griffis (1984), USA

Griffis untersuchte die Wirksamkeit von Swareflex Wildwarnreflektoren auf einem 0,8 km langen Abschnitt im Crab Orchard Refuge Nationalpark. Er stellte keinen Unterschied in der Anzahl der Wildunfälle vor und nach Installation der Wildwarnreflektoren fest. Zudem konnte er keinen Unterschied im Verhalten des Wildes vor und nach Anbringung der Wildwarnreflektoren erkennen. Er schließt daraus, dass Wildwarnreflektoren im Hinblick auf Wildunfälle und Verhalten nicht wirksam sind.

Schafer und Penland (1985), USA

Schafer und Penland führten eine cover/uncover-Untersuchung mit Swareflex Wildwarnreflektoren entlang der Bundesstraße SR395 zwischen Oktober 1981 und April 1984 durch. Sie untersuchten 4 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 3,68 km, auf denen sie wöchentlich und ab Dezember 1982 2-wöchentlich alternierend die Reflektoren ab- und aufdeckten. Während dieser Zeit wurden 58 Wildunfälle mit Schalenwild dokumentiert, von denen sich 52 ereigneten während die Reflektoren abgedeckt waren. Die Autoren schließen daraus, dass Wildwarnreflektoren zur Verhinderung von Wildunfällen beitragen können.

Zacks (1985), USA

Zacks überprüfte die potentielle Wirksamkeit von Swareflex Wildwarnreflektoren, indem er zunächst das Farbsehen von Weißwedelhirschen und anschließend ihre Reaktion im freien Gelände auf einer simulierten Strecke testete. Er stellte fest, dass die Hirsche Licht in den Wellenlängenbereichen roten Lichts nicht mehr wahrnehmen und nur auf kürzere Wellenlängen reagieren. Zudem konnte er keine Reaktion der Tiere im Freiland auf die Reflektoren feststellen. Zacks vermutet aufgrund seiner Ergebnisse, dass bei Studien, die einen Effekt der Wildwarnreflektoren festgestellt haben, sich nicht das Verhalten der Tiere

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

geändert hat, sondern dass die Autofahrer aufgrund der Reflektoren am Straßenrand vorsichtiger gefahren sind.

Ingebrigtsen und Ludwig (1986), USA

Ingebrigtsen und Ludwig führten zwischen 1979 und 1984 eine Vorher-Nachher Analyse mit Swareflex Wildwarnreflektoren auf einem 1,6 km langen Abschnitt entlang der Bundesstraße 94 durch. Im Jahr vor der Installierung der Wildwarnreflektoren wurden 38 Wildunfälle mit Weißwedelhirschen dokumentiert. In den 4 Jahren nach Anbringung der Reflektoren wurden pro Jahr 3,25 Wildunfälle dokumentiert. Die Autoren machen keine Angaben dazu, zu welcher Tageszeit die Wildunfälle stattfanden. Sie kommen zu dem Resultat, dass Wildwarnreflektoren zur Verhinderung von Wildunfällen beitragen.

Dalton et al. (1990), USA

Dalton und seine Kollegen untersuchten die Wirksamkeit von Swareflex Wildwarnreflektoren in einer Vorher-Nachher-Analyse auf zwei Teststrecken mit einer Gesamtlänge von 46,8 km. Vor Anbringung der Reflektoren wurden auf beiden Abschnitten 559 Wildunfälle mit Rehwild dokumentiert, nach Anbringung der Reflektoren 524 Unfälle. Ein t-Test ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen der Zeit vor und nach Anbringung der Wildwarnreflektoren. Die Autoren schließen daraus, dass die Wildwarnreflektoren nicht zur Verhinderung von Wildunfällen beitragen.

Waring et al. (1991), USA

Waring und Kollegen führten eine Vorher-Nachher Studie mit Swareflex Wildwarnreflektoren auf zwei Abschnitten auf der Bundesstraße 148 durch. Vor Anbringung der Reflektoren wurden 5-6 Wildunfälle auf den Abschnitten dokumentiert. Nach Anbringung der Reflektoren wurden 6 Wildunfälle dokumentiert, wobei sich kein Unfall in den ersten zwei Monaten nach Anbringung der Reflektoren ereignete. Zusätzlich wurden Verhaltensbeobachtungen durchgeführt. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass es keinen Unterschied an nächtlichen Wildunfällen mit und ohne Reflektoren gibt und dass sich das Verhalten der Tiere nach Anbringung der Reflektoren nicht verändert hat.

Woodham (1991), USA

Woodham testete die Wirksamkeit von Swareflex Wildwarnreflektoren auf zwei Abschnitten mit einem cover/uncover-Design für 3 Monate. In diesen drei Monaten fanden keine Wildunfälle auf den Teststrecken statt, weder mit noch ohne Reflektoren. Daher konnte der Autor keine Aussage über die Wirkungsweise der Reflektoren treffen.

Armstrong (1992), Kanada

Armstrong führte 1990 eine cover/uncover-Untersuchung von Swareflex Wildwarnreflektoren in Ontario, Kanada, entlang zweier insgesamt 4,1 km langer Abschnitte der Bundesstraße 21 durch. Während der 54-wöchigen Untersuchung wurden die Wildwarnreflektoren alternierend freitags ab- oder aufgedeckt. Zusätzlich wurde das Verhalten von Rehwild beobachtet. Während der gesamten Studie wurden 30 Wildunfälle dokumentiert, von denen sich 16 ereigneten, während die Reflektoren abgedeckt waren, und 14, während die Reflektoren betriebsfähig waren. Armstrong schließt daraus, dass die Wildwarnreflektoren die Anzahl an Wildunfällen nicht ausreichend reduzieren können.

Jared (2002), USA

Jared führte in den Jahren 1993-1999 eine Vorher-Nachher Untersuchung mit Swareflex Wildwarnreflektoren entlang eines 0,8 km langen Abschnittes auf der Landesstraße 155 durch. In den Jahren 1993-1996 wurden auf diesem Abschnitt 2 Wildunfälle pro Nacht dokumentiert. Nach Anbringung der Reflektoren wurden keine Wildunfälle nachts dokumentiert, jedoch 3 Wildunfälle am Tage. Aufgrund der Kürze der Strecke und der insgesamt stattgefundenen Wildunfälle auf dem Abschnitt konnte der Autor hinsichtlich der Effektivität der Wildwarnreflektoren keine Rückschlüsse ziehen.

Ossinger (1992), USA

Ossinger untersuchte die Wirksamkeit von Swareflex Wildwarnreflektoren mit einem cover/uncover-Design. Dabei wurden 21 Wildunfälle mit Schwarzwedelhirschen dokumentiert, als die Reflektoren bedeckt waren und 20 als die Reflektoren betriebsbereit waren. Ossinger schließt daraus, dass Wildwarnreflektoren unter den gegebenen Bedingungen nicht zur Verminderung von Wildunfällen beitragen.

Ford und Villa (1993), USA

Ford und Villa führten zwischen 1990 und 1992 eine cover/ uncover Studie entlang der Landesstraße 36 mit Wildwarnreflektoren durch. Auf zwei insgesamt 13 km langen Abschnitten wurden Swareflex Wildwarnreflektoren angebracht. Auf einer der Strecken wurden die Reflektoren im 2 bzw. 3 Wochen Rhythmus ab- und aufgedeckt. Während der Untersuchungsperiode wurden 222 Wildunfälle mit Großohrhirschen bei Nacht dokumentiert, wovon sich 129 (58%) ereigneten, während die Reflektoren betriebsfähig waren. Die Autoren schließen daraus, dass Swareflex Wildwarnreflektoren nicht dazu beitragen, Wildunfälle zu verhindern.

Reeve und Anderson (1993), USA

Reeve und Kollegen führten eine cover/uncover-Studie mit Swareflex Wildwarnreflektoren entlang der US Bundesstraße 30 zwischen Oktober 1986 und May 1989 durch. Neben der 3,2 km langen Teststrecke wurde ebenfalls ein 3,5 km langes Kontrollsegment untersucht. Die Reflektoren auf der Teststrecke wurden im wöchentlichen Intervall ab- und aufgedeckt. Während der 32 Monate wurden 64 Wildunfälle mit Großohrhirschen dokumentiert während die Reflektoren bedeckt waren, 126 während die Reflektoren betriebsfähig waren und 85 auf der Kontrollstrecke. Reeve und seine Kollegen schließen, dass die Wildwarnreflektoren Wildunfälle mit Großohrhirschen nicht verhindern können.

Aspinall (1994), Australien

Aspinall testete in einer Vorher/Nachher-Untersuchung die Wirksamkeit von Swareflex Wildwarnreflektoren auf 4 Abschnitten entlang verschiedener Bundesstraßen. Zwischen Juni 1989 und Juni 1990, vor Anbringung der Reflektoren, wurden auf den Abschnitten 23 Wildunfälle mit vornehmlich Kängurus dokumentiert. Nach Anbringung der Reflektoren im Juni 1992 wurden in den folgenden 12 Monaten 22 Wildunfälle verzeichnet. Der Autor schließt daraus, dass Wildwarnreflektoren nicht zur Verhinderung von Wildunfällen beitragen konnten.

Hildebrand und Hodgson (1995), Kanada

Hildebrand und Hodgson untersuchten in einem BACI-Ansatz die Wirksamkeit von Swareflex Wildwarnreflektoren auf zwei Test- und Kontrollstrecken. In den Jahren vor Installierung der Reflektoren wurden auf den Teststrecken 2 und auf den Kontrollstrecken 1 Wildunfall pro Jahr dokumentiert. Nach Anbringung der Reflektoren wurden auf den Teststrecken 3 und auf den Kontrollstrecken 2,75 Wildunfälle gemeldet. Die Autoren berichten von einem statistisch nicht-signifikanten Hinweis darauf, dass die Teststrecken einen leichten Rückgang an Wildunfällen zu verzeichnen gehabt hätten, während auf den angrenzenden Kontrollstrecken eine Zunahme an Wildunfällen registriert worden sei. Daraus schließen sie, dass Wildwarnreflektoren das Querungsverhalten von Rehwild beeinflussen. Die Teststrecken dieser Studie waren mit 5 km allerdings kürzer als die der Kontrollstrecken mit 6,4 km.

Barlow (1995), Kanada

Barlow führte Mitte der Neunziger eine cover/uncover- Untersuchung mit Strieter Lite Wildwarnreflektoren auf verschiedenen Bundesstraßenabschnitten in Kanada durch. Untersucht wurden vier Abschnitte zu je 3 km Länge, die in jeweils 6 Abschnitte unterteilt wurden. Auf jedem zweiten Abschnitt einer Teststrecke wurden die Reflektoren im 2 Wochen Rhythmus ab- und aufgedeckt. Barlow nennt keine genauen Zahlen, berichtet aber, dass auf

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

zwei der vier Abschnitte ein Unterschied an Wildunfällen dokumentiert wurde, dass man jedoch keine Aussage über die Wirksamkeit der Reflektoren treffen könne.

Pafko und Kovach (1996), USA

Pafko und Kovach führten eine Vorher-Nachher Analyse mit roten und weißen Swareflex Wildwarnreflektoren auf 16 Abschnitten von ländlichen und städtischen Landesstraßen durch. Die Wildwarnreflektoren wurden 1988 installiert und die Wildunfalldaten bis 1994 analysiert. Über den Zeitraum der Vorher-Untersuchung liegen keine Informationen vor. Zudem wurde die Datenerfassung der Wildunfälle geändert. Trotzdem kommen die Autoren aufgrund der Anzahl an Wildunfällen zu dem Schluss, dass Wildwarnreflektoren auf ländlichen Straßenabschnitten zur Verhinderung von Wildunfällen beitragen können, auf städtisch geprägten Abschnitten jedoch kein Effekt festgestellt wurde. Es wurden in dieser Untersuchung allerdings keine statistischen Tests durchgeführt.

Sivic und Sielecki (2001), Kanada

Sivic und Sielecki untersuchten in einer Dunkelkammer die spektrometrischen Eigenschaften diverser bis dato auf dem Markt erhältlichen Wildwarnreflektoren. Dabei konnten sie aus physikalischer Sicht keine der von den Herstellern angegebenen Wirkungen nachweisen.

Grenier (2002), USA

Grenier führte im Auftrag von Strieter Lite eine Metanalyse gemeldeter Wildunfälle von diversen Verkehrsministerien in den USA und Kanada durch. Anhand der analysierten Studien zieht er das Fazit, dass Strieter Lite Wildwarnreflektoren Wildunfälle um 78%-86% verringern. Zum Zeitpunkt seiner Analyse lagen allerdings Studien vor, die keine Effekte der Wildwarnreflektoren nachweisen konnten, welche er jedoch nicht in seine Analyse einbezog (Gibby und Clewell 2006).

Cottrell (2003), USA

Cottrell und Kollegen führten eine Untersuchung von Strieter Lite Wildwarnreflektoren auf 10 Test- und 10 Kontrollstrecken auf Bundesstraßen durch. Im Zeitraum, in dem sie die Wildunfälle dokumentierten, wurde auf Strecken mit Wildwarnreflektoren 47 Wildunfälle pro Jahr und Meile verzeichnet, auf Strecken ohne Wildwarnreflektoren 46 Wildunfälle pro Jahr und Meile. Der Wilcoxon rank test zeigte keinen Unterschied zwischen der Wildunfallhäufigkeit auf Strecken mit und ohne Wildwarnreflektoren. Der Autor schloss daraus, dass eine Wirksamkeit der Reflektoren nicht gegeben ist.

Ramp und Croft (2006), Australien

Ramp und Croft untersuchten die Reaktion von Kängurus auf Swareflex und Strieter Lite Wildwarnreflektoren. Sie konnten hierbei keine aversive Reaktion der Tiere auf die

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Reflektoren feststellen und schlossen daraus, dass die untersuchten Wildwarnreflektoren wenig geeignet sind, Wildunfälle zu verhindern.

D'Angelo et al. (2006), USA

D'Angelo und Kollegen untersuchten die Reaktion von Rehwild auf vier verschiedene Farben (rot, weiß, blau-grün, bernsteinfarben) von Strierter Lite Wildwarnreflektoren mittels Wärmebildkameras auf zwei Testabschnitten über einen Zeitraum von 6 Monaten. Sie kamen zu dem Schluss, dass Rehwild generell das Queren von Straßen meidet, wenn Fahrzeuge in der Nähe sind, dass jedoch kein Unterschied in der Reaktion und im Verhalten der Tiere bei Anwesenheit von Wildwarnreflektoren festzustellen war.

Gulen et al. (2006), USA

Gulen untersuchte rote und blau/grüne Strierter Lite Wildwarnreflektoren in einem BACI-Ansatz unter 8 verschiedenen Bedingungen resultierend in 16 verschiedenen Behandlungsmethoden einschließlich von 1,6 km lange Kontrollabschnitten. Zudem bezog er die Daten der der Untersuchung vorausgehenden 5 Jahre mit ein. Gulen kommt zu dem Schluss, dass es keinen Unterschied zwischen den Behandlungsarten und dem Jahr vor der Untersuchung gibt. Allerdings fand er einen signifikanten Unterschied zwischen den Teststrecken und den Kontrollstrecken und eine Reduktion der Wildunfälle um 19 % auf den Teststrecken im Vergleich zu den Kontrollstrecken.

Bertwistle (2009), Kanada

Bertwistle untersuchte in einem BACI Ansatz die Wirksamkeit von Strierter Lite Wildwarnreflektoren auf 8 500 m Abschnitten entlang Bundesstraßen im Jasper Nationalpark über eine Gesamtdauer von 26 Jahren und verglich sie mit 8 Kontrollstrecken. In den 22 Jahren vor Anbringung der Reflektoren wurden auf den insgesamt 16 Abschnitten jährlich 6,75 Wildunfälle dokumentiert. Nach Anbringung der Reflektoren 1998 wurden auf den 8 Abschnitten mit Reflektoren durchschnittlich 6,5 und auf den 8 Abschnitten ohne Reflektoren 5,75 Wildunfälle verzeichnet. Bertwistle schließt daraus, dass Wildwarnreflektoren nicht zur Verhinderung von Wildunfällen beitragen.

Christensen (2016), USA

Christensen untersuchte die Effektivität von Strierter Lite Wildwarnreflektoren auf einer Bundesstraße mit einem BACI-Design. Er bezog die Wildunfälle, die in den fünf Jahren vor Installierung der Wildwarnreflektoren auf einem Abschnitt von 2,2 km dokumentiert wurden und einem weiteren Abschnitt, der als Kontrollstrecke diente, in die Untersuchung ein. Mit Reflektoren wurden 17 verunfallte Tiere gemeldet. Ohne Wildwarnreflektoren wurden 12 verunfallte Tiere gemeldet und die Überreste von 3 verunfallten Tieren gefunden. Die Autoren resümieren, dass sie aufgrund unbekannter Populationsdichten und Schwankungen,

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

unbekannter Veränderungen des Habitats und der Umwelt und Inkonsistenzen in der Datenaufnahme keine Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Reflektoren treffen können.

Zusammenfassende Wertung

Die vorliegende Literaturübersicht zeigt, dass sehr unterschiedliche Ergebnisse zur Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren berichtet wurden. Die Diskrepanz der Befunde ist nicht zuletzt methodisch bedingt. So erlauben nicht alle Ansätze die statistische Prüfung klarer Hypothesen. Viele Studien weisen zudem einen viel zu geringen Stichprobenumfang auf. Beide Aspekte sind für die Absicherung der Ergebnisse aber essentiell. Insgesamt erscheinen verlässliche Befunde vor allem mit einem BACI-Design, also der Kombination von Vorher-Nachher-Untersuchungen unter Einbeziehung von zeitgleichen Kontrollstrecken, zu erzielen zu sein. Die Gesamtlänge der getesteten Strecken sollte dabei mindestens 5 km und die Untersuchungszeit mindestens 12 Monate betragen sowie beobachtende Verhaltensstudien beinhalten (Benten et al. 2018). Die im Folgenden näher beschriebene Untersuchung erfüllt diese Ansprüche.

3. Methodik und Streckenkollektive

3.1. Methodik

Die vorliegende Studie befasst sich in einer Test- und Kontroll-Analyse über einen Zeitraum von 3 Jahren mit der Wirksamkeit von blauen, akustischen und multi-farbigem Wildwarnreflektoren. Dabei wurden 151 je ca. 2 km lange Strecken ausgewählt, die ein hohes Wildunfallvorkommen aufwiesen, aber noch nicht mit Wildwarnreflektoren ausgestattet waren. Die Hälfte der Teststrecken wurden im ersten Versuchsjahr mit Reflektoren bestückt (Set A), die zweite Hälfte im zweiten Versuchsjahr (Set B), sodass je Reflektorart jährlich 25 Teststrecken und 25 Kontrollstrecken untersucht wurden (vgl. Abbildung 2 und Kapitel 3.4.1.). Insgesamt ergaben sich daraus 150 Teststrecken (inklusive einer Reservestrecke, deren Ergebnisse ebenfalls mitgeteilt werden, die Stichprobenzahl beträgt daher 151). Hierzu wurden Straßen im Landkreis Göttingen (Niedersachsen), im Lahn-Dill Kreis und im Landkreis Kassel (beide Hessen), und im Landkreis Höxter (Nordrhein-Westfalen), anhand der Wildunfallzahlen bestimmter Straßenabschnitte und dem Vorhandensein oder Fehlen von bereits installierten Reflektoren ausgewählt. Zudem wurden Wärmebildkameras an bestimmten Straßenabschnitten installiert, um neben den dokumentierten Wildunfällen das Verhalten von Wild in Straßennähe und beim Vorhandensein von Wildwarnreflektoren zu untersuchen Vgl. Kapitel 3.5).

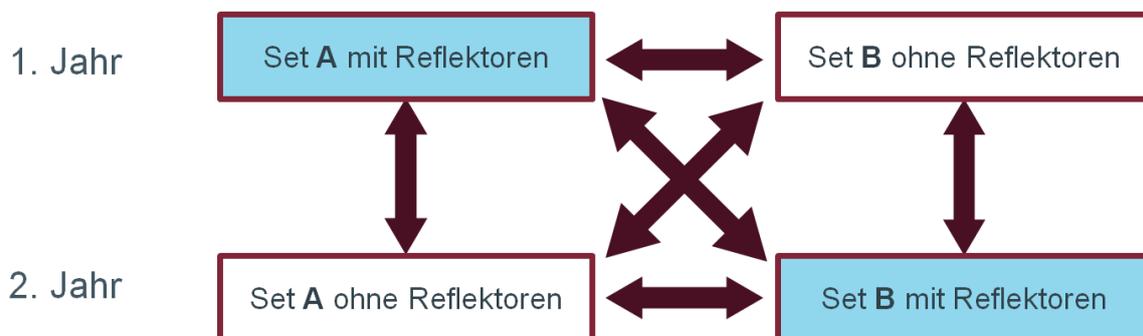


Abbildung 2: Versuchsdesign (Erläuterungen siehe Text)

3.2. Auswahl der Streckenabschnitte und Anbringung der Wildwarnreflektoren

Für die Auswahl geeigneter Teststrecken in den vier Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter wurden die Wildunfalldaten der Polizei in den der Untersuchung vorangegangenen drei Jahren herangezogen. In den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill wurden die betreffenden Daten zwischen 2011 und 2013 analysiert. Nach Erweiterung des Projektes wurden in Landkreisen Kassel und Höxter ebenfalls die polizeilich gemeldeten

Wildunfälle zwischen 2012 und 2014 verwendet, um geeignete Teststrecken zu identifizieren.

Landkreis Göttingen

Im Landkreis Göttingen wurden zwischen 2011 und 2013 2.034 Wildunfälle gemeldet, wobei 7 Unfälle Schwerverletzte, 17 Leichtverletzte und die übrigen Sachschäden zur Folge hatten, getötet wurde in diesem Zeitraum niemand. 1 % der Unfälle ereigneten sich innerhalb geschlossener Ortschaften, 99 % außerhalb.

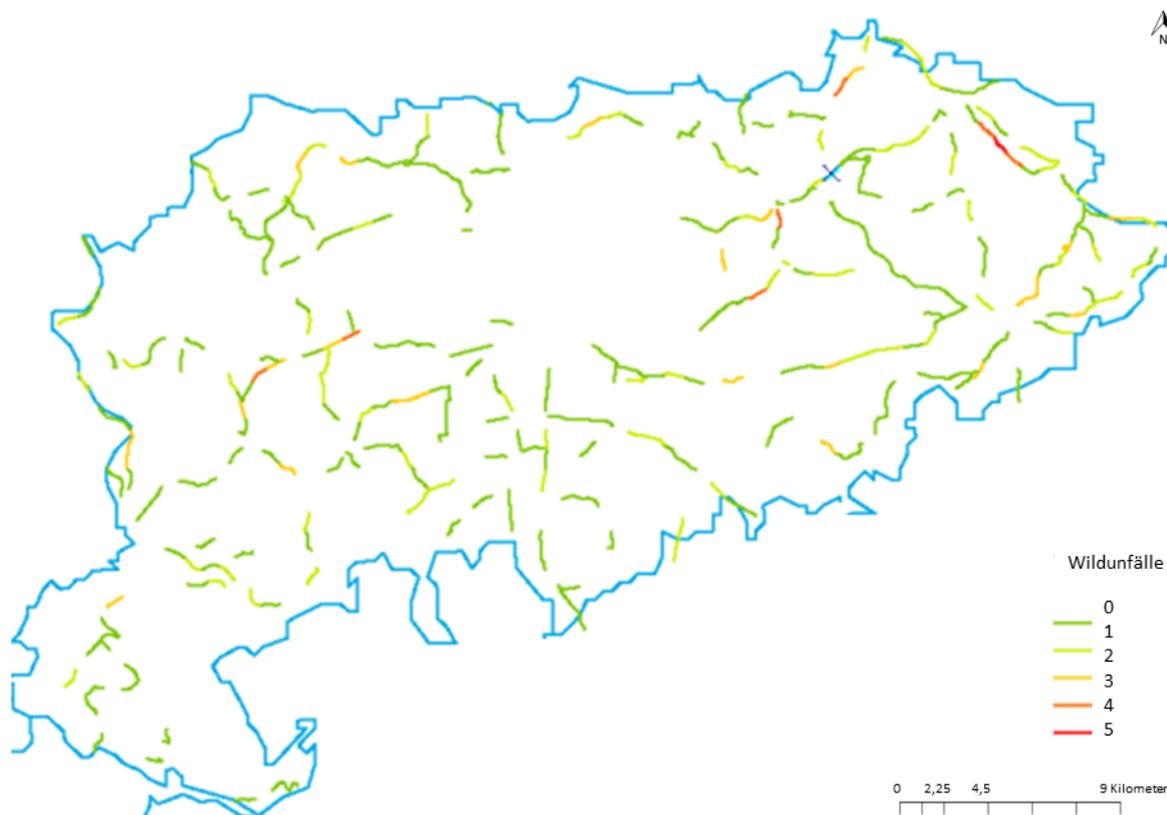


Abbildung 3: Wildunfälle pro 1 km Abschnitt im Landkreis Göttingen. Die Abschnitte wurden entsprechend der dokumentierten Wildunfälle in Risikoklassen eingeteilt (0-5).

Zur Auswahl geeigneter Teststrecken wurden Bundes-, Landes- und Kreisstraßen in 1 km lange Abschnitte segmentiert und entsprechend der gemeldeten Wildunfälle in Unfallklassen eingeteilt (Abbildung 3). Im Landkreis Göttingen lagen Abschnitte mit maximal 5 Wildunfällen pro Kilometer vor. Die Wildunfallzahlen ergaben sich dabei als Mittelwert aus den Wildunfallzahlen zwischen 2011 und 2013.

Da an einigen Straßenabschnitten, die potentiell als Teststrecken in Frage gekommen wären von Gemeinden oder Jagdpächtern bereits Wildwarnreflektoren angebracht worden waren, wurden diese im Weiteren nicht berücksichtigt.

Im Landkreis Göttingen wurden insgesamt 44 Strecken für die vorliegende Untersuchung ausgewählt. Im Jahr 2014 wurden 21 dieser Strecken (Set A) und im Jahr 2015 23 Strecken

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

mit Wildwarnreflektoren ausgestattet (Set B). Set B diente Set A im Jahr 2014 als Kontrolle, im Jahr 2015 verhielt es sich umgekehrt. Da bei einer Streckenkontrolle der ausgewählten Abschnitte im August 2015 festgestellt wurde, dass Teststrecken, die im ersten Jahr als Kontrolle dienten sollten, in der Zwischenzeit von privater Seite mit Wildwarnreflektoren ausgestattet worden waren, mussten diese Strecken durch Reservestrecken ersetzt werden. Die letztlich ausgewählten Teststrecken sind in Tabelle A1 im Anhang aufgelistet und in Abbildung 4 dargestellt. Tabelle A1 enthält auch Informationen zu den Herstellern und den Produktnamen der verwendeten Reflektoren.

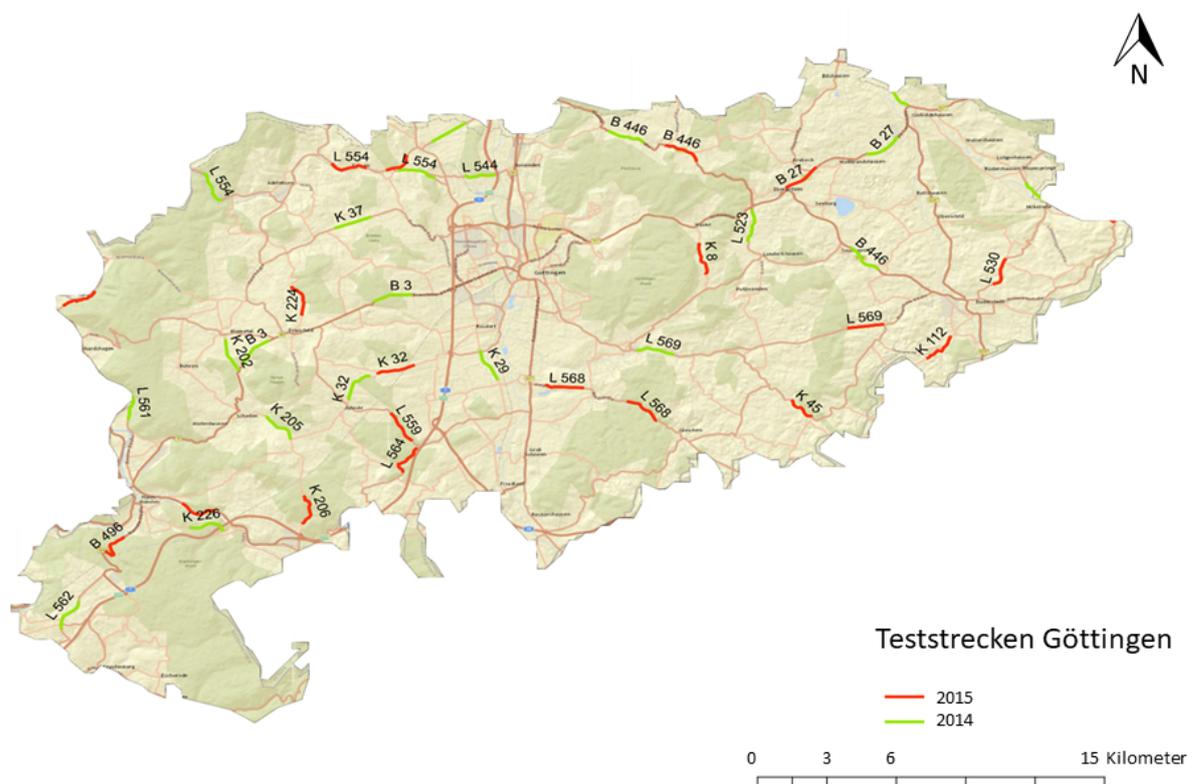


Abbildung 4: Teststrecken im Landkreis Göttingen. Die Strecken des Sets A wurden 2014 mit Reflektoren ausgestattet. 2015 wurden diese wieder entfernt. Die Strecken des Sets B blieb 2014 ohne Wildwarnreflektoren und wurde 2015 mit Reflektoren bestückt (Quelle:Open street Map)

Lahn-Dill-Kreis

Im Lahn-Dill Kreis wurden zwischen 2011 und 2013 5.263 Wildunfälle gemeldet. Kein Unfall führte zu Getöteten, 13 endeten mit Schwerverletzten und 55 mit Leichtverletzten. Die restlichen 5.194 Unfälle hatten lediglich einen Sachschaden zur Folge. 4 % der Unfälle ereigneten sich innerhalb geschlossener Ortschaften, die übrigen 96 %. Analog zur Einteilung der Straßenabschnitte im Landkreis Göttingen in Risikoklassen wurden auch im Lahn-Dill Kreis Bundes-, Landes- und Kreisstraßen in 1 km Abschnitte segmentiert und entsprechend der Wildunfallzahlen eingeteilt. Im Lahn-Dill Kreis ereigneten sich auf 1 km Abschnitt im Durchschnitt der Jahre 2011 bis 2013 7 Wildunfälle. Auch im Lahn-Dill Kreis

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

waren bereits einige wildunfallträchtige Strecken mit Wildwarnreflektoren seitens der Gemeinden oder Jagdpächter ausgestattet worden.

Im Lahn-Dill Kreis wurden insgesamt 58 Strecken ausgewählt. Sowohl im Jahr 2014 als auch 2015 wurden je 29 Strecken mit Wildwarnreflektoren ausgestattet. Ebenso wie im Landkreis Göttingen wurden einige Teststrecken, die im Set B im ersten Jahr als Kontrolle dienen sollten von privater Seite mit Wildwarnreflektoren ausgestattet und mussten durch Reservestrecken ersetzt werden. Die ausgewählten Teststrecken finden sich in Abbildung 5 und in der Tabelle A1 im Anhang. Dort sind auch Informationen zu den Herstellern und den Produktnamen der verwendeten Reflektoren zu finden.

Insgesamt wurden in beiden Landkreisen zusammen 102 Strecken eingerichtet. Die Erweiterung zu den ursprünglich geplanten 100 Strecken ergab sich durch zwei Teststrecken, die während der Testphase für längere Zeit Baustellen aufwiesen.

Landkreis Kassel

Im Landkreis Kassel wurden die polizeilich gemeldeten Wildunfallmeldungen zwischen 2012 und 2014 analysiert. In diesem Zeitraum wurden 2717 Unfälle mit Wildbeteiligung gemeldet. Dabei kamen keine Personen ums Leben, 14 Personen wurden schwer und 19 Personen leicht verletzt. 2.649 Unfälle (98 %) ereigneten sich außerhalb geschlossener Ortschaften. Analog zur Einteilung der Straßenabschnitte in den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill wurden auch im Landkreis Kassel Bundes-, Landes- und Kreisstraßen Abschnitte segmentiert und entsprechend der Wildunfälle eingeteilt. Dabei wurde die Segmentierung verfeinert und die Abschnitte in 500 m lange Stücke aufgeteilt. Im Landkreis Kassel wurden insgesamt 20 Strecken ausgewählt. Im Jahr 2015 neun (Set A) und im Jahr 2016 elf Strecken (Set B) mit Wildwarnreflektoren der Firma Motzener Kunststoff- und Gummiverarbeitung ausgestattet (Abb. 6, Tabelle A2 Anhang).

Landkreis Höxter

Im Landkreis Höxter wurden insgesamt 3436 Wildunfallmeldungen der Polizei zwischen 2012 und 2014 ausgewertet. Dabei wurde eine Person getötet, 7 Menschen wurden schwer und 243.391 der Unfälle ereigneten sich außerorts (99 %). Die Wildunfallmeldungen aus dem Landkreis Höxter wurden als Koordinatenliste und nicht als Euska-Auswertung übermittelt.

Wie in den anderen drei Landkreisen wurden auch im Landkreis Höxter Bundes-, Landes- und Kreisstraßen Abschnitte segmentiert und entsprechend der Wildunfälle eingeteilt. Auch hier wurden die Abschnitte in 500 m Sequenzen eingeteilt.

Im Landkreis Höxter wurden insgesamt 32 Strecken ausgewählt. Sowohl 2015 (Set A) als auch 2016 (Set B) wurden je 16 Strecken mit Wildwarnreflektoren desselben Typs wie im

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Landkreis Kassel ausgestattet (Abb. 7, Tabelle A2 Anhang). Insgesamt wurden zwei Strecken zusätzlich ausgewählt um Reservestrecken vorzuhalten.

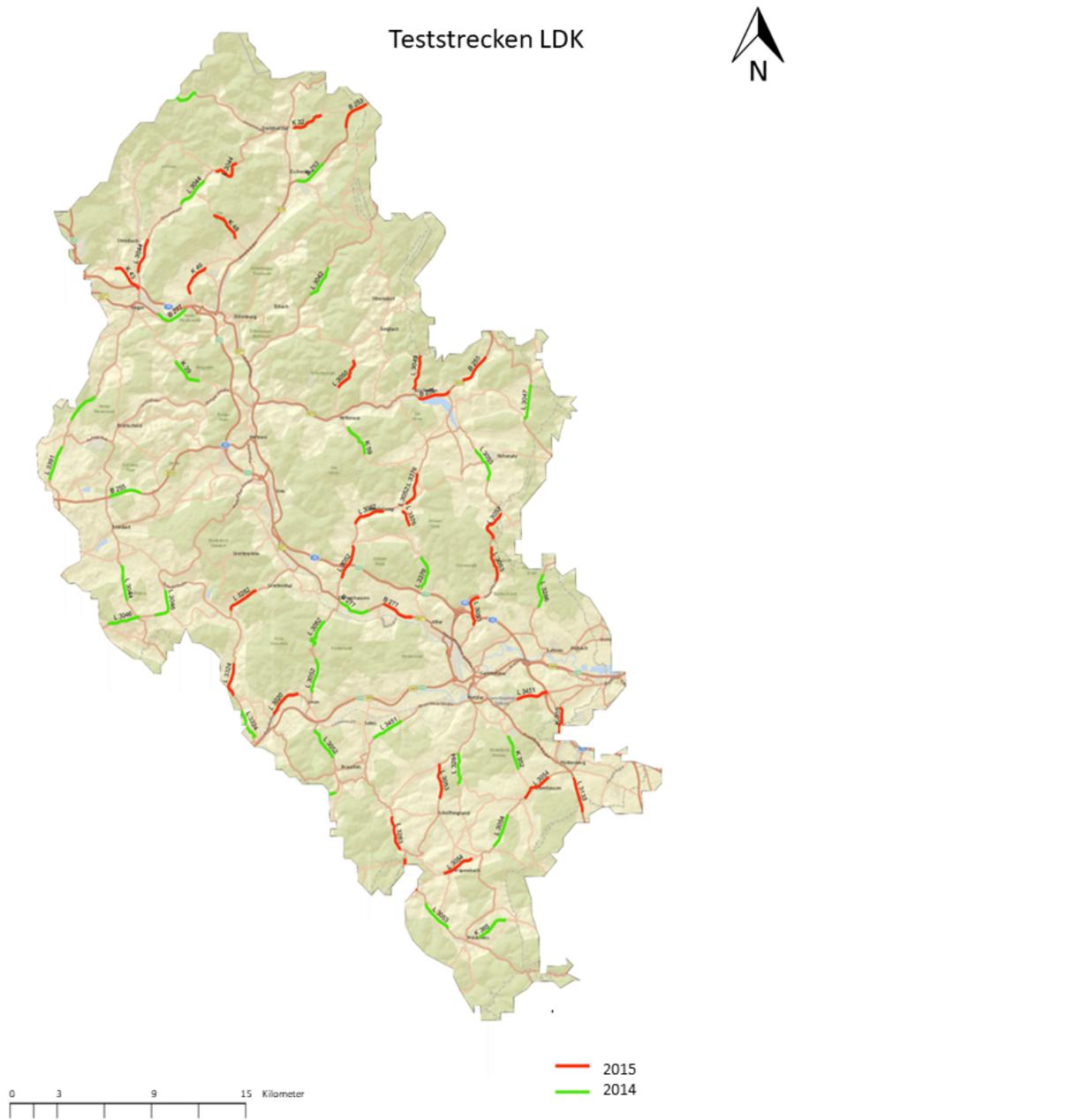


Abbildung 5: Teststrecken im Lahn-Dill Kreis. Die Strecken des Sets A wurden 2014 mit Reflektoren ausgestattet. 2015 wurden diese wieder entfernt. Die Strecken des Sets B blieb 2014 ohne Wildwarntrefektoren und wurde 2015 mit Reflektoren bestückt. (Quelle: Open street Map)

Teststrecken Kassel

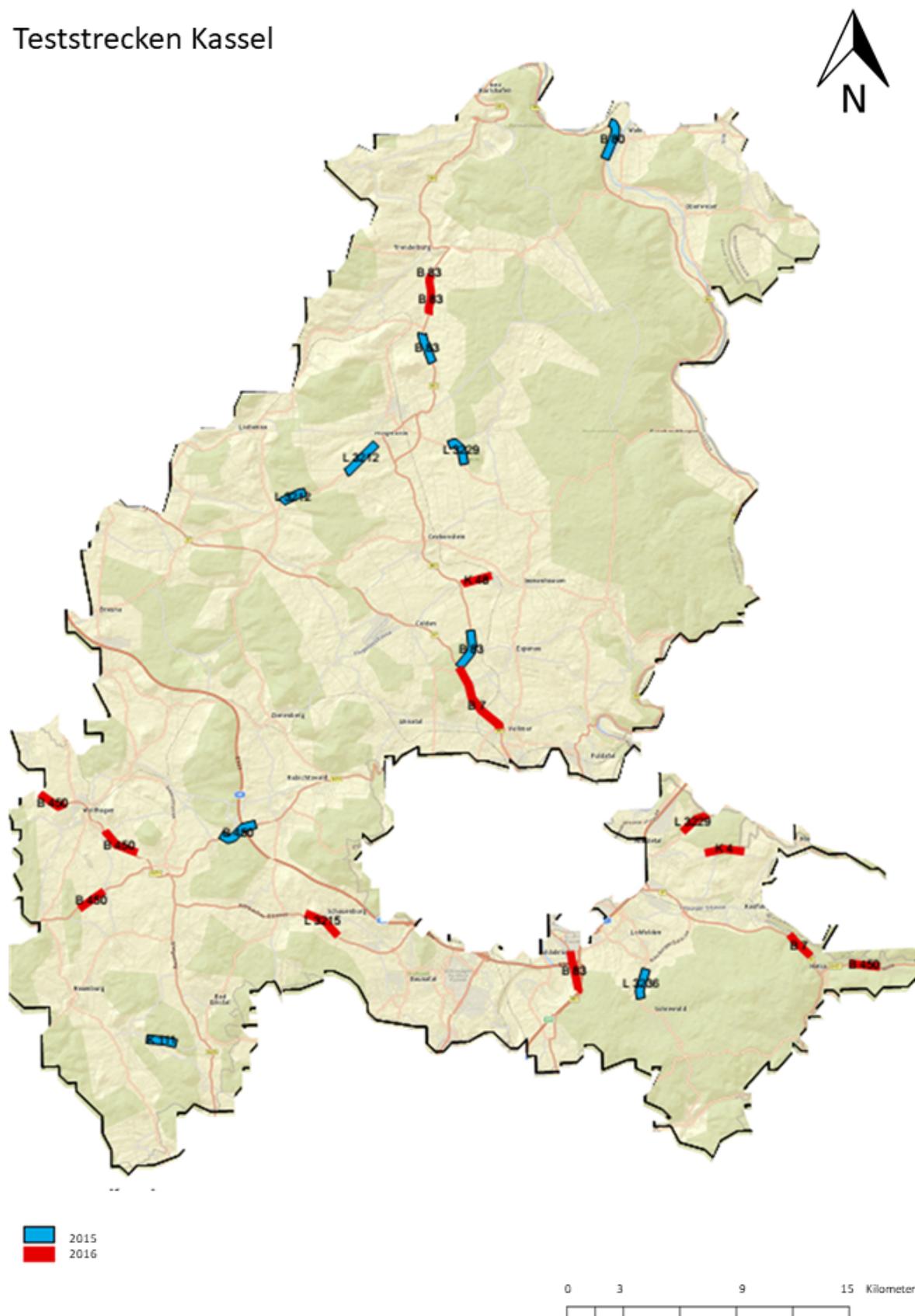


Abbildung 6: Teststrecken im Landkreis Kassel. Die Strecken des Sets A wurden im Mai 2015 mit Reflektoren ausgestattet. Im Mai 2016 wurden die Reflektoren wieder abgebaut und die Strecken dienten als Kontrolle für Set B. Strecken im Set B dienten im ersten Jahr als Kontrolle und wurden im Mai 2016 mit Reflektoren ausgestattet. (Quelle: Open street Map)

3.3. Erfassung der Unfallzahlen

Die auf den Strecken erhobenen Unfallzahlen stellen die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wichtigste zu erfassende Größe, d. h. die zu erklärende Variable, dar. Zur objektiven Erfassung von Wildunfällen wurden Unfallfragebögen an die Polizei, die Straßenmeistereien und die Jagdpächter in den Landkreisen verteilt. Die Polizei konnte durch die Fragebögen (vgl. Abb. 8) ihre Dokumentation um einige Punkte, z.B. die verunfallte Wildart, erweitern.




Fragebogen zur Wildunfallmeldung

Revier: _____

Pächter: _____

PLZ/Ort: _____

Straße: _____

Tel.: _____ ggf. Email _____

Unfallinformationen

| | | | |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Unfall vom (Datum) | Uhrzeit | Gemeldet am | |
| Unfallort | | ggf. X Koordinate | Y Koordinate |
| Geschädigtes Fahrzeug | | | |
| | Pkw <input type="checkbox"/> | Kraftrad <input type="checkbox"/> | Lkw <input type="checkbox"/> Sonstiges <input type="checkbox"/> |
| Kurze Beschreibung des Kfz-Schadens | | | |
| | Fahrbereit <input type="checkbox"/> | Abgeschleppt <input type="checkbox"/> | |
| | Schadenshöhe: | | Unbekannt <input type="checkbox"/> |
| Wurde der Unfall von der Polizei aufgenommen? | | | |
| | ja <input type="checkbox"/> | nein <input type="checkbox"/> | |

Unfallhergang

Straßenzustand trocken naß vereist Schnee

Sichtverhältnisse Tageslicht Dämmerung Dunkelheit Nebel

Straßenart Bundesstraße Landstraße Kreisstraße Gemeindestraße

Zusammenstoß Fahrzeug/Wild Keine Berührung

Wildart

| Rehwild <input type="checkbox"/> | | | Schwarzwild <input type="checkbox"/> | | | Haarwild <input type="checkbox"/> | | | | Sonstiges <input type="checkbox"/> | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Bock <input type="checkbox"/> | Geiß <input type="checkbox"/> | Schmalreih <input type="checkbox"/> | Kitz <input type="checkbox"/> | Keller <input type="checkbox"/> | Bardie <input type="checkbox"/> | Überläufer <input type="checkbox"/> | Frischling <input type="checkbox"/> | Fuchs <input type="checkbox"/> | Dachs <input type="checkbox"/> | Hase <input type="checkbox"/> | Wachsbär <input type="checkbox"/> | Kaninchen <input type="checkbox"/> | Greifvogel <input type="checkbox"/> |
| verendet <input type="checkbox"/> | | | verletzt <input type="checkbox"/> | | | geborgen <input type="checkbox"/> | | | | nicht aufgefunden <input type="checkbox"/> | | | |

Anke Benten, M.Sc.
 Georg-August-Universität Göttingen
 Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie
 Abteilung Waldbau und Waldökologie der gemäßigten Zonen
 Büsingerweg 1, D-37077 Göttingen
 Tel. 0551-3919679
 anke.benten@forst.uni-goettingen.de
 abenten@gwdg.de

Abbildung 8: Fragebogen zur Wildunfallmeldung

Die Straßenmeistereien konnten ebenfalls nützliche Informationen liefern, da diese vor allem im Landkreis Göttingen für die Beseitigung von Fallwild zuständig sind. Die folgende Darstellung verschafft einen Überblick über den Umfang der in den Landkreisen jährlich im Zusammenhang mit Wildtieren verursachten Unfälle.

Landkreis Göttingen

Im Landkreis Göttingen wurden in der Versuchslaufzeit insgesamt 2195 Wildunfälle polizeilich gemeldet. Die Wildunfallmeldungen variierten zwischen 58 im April 2015 und 193 im Oktober 2015 mit durchschnittlich 75 ($\pm 35,69$) Wildunfällen im Monat (Abb. 9).

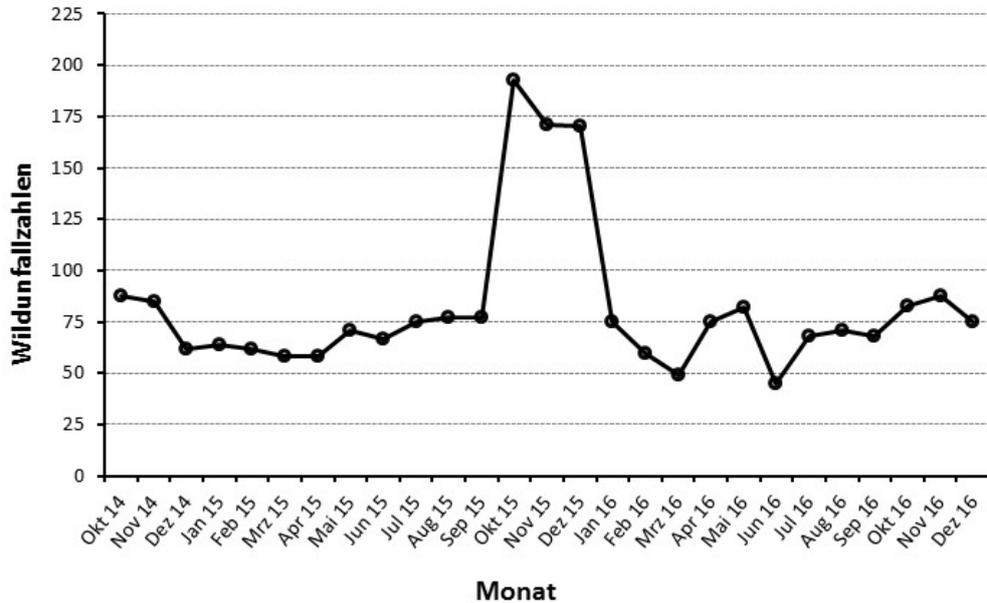


Abbildung 9: Monatliche Wildunfallzahlen im Landkreis Göttingen von Oktober 2014 bis Dezember 2016

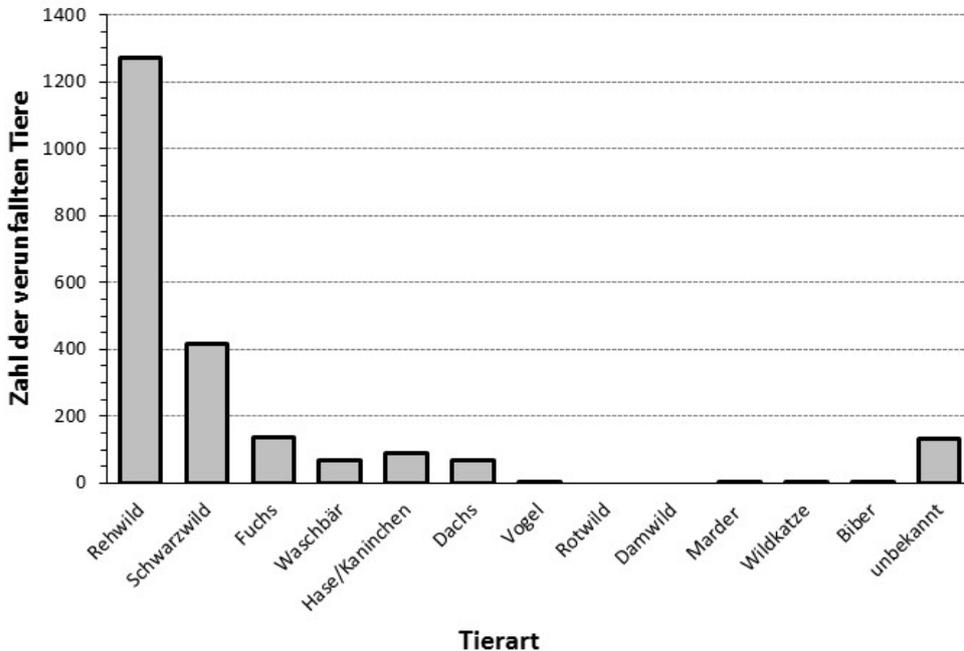


Abbildung 10: Zahl der verunfallten Tiere nach Wildart im Landkreis Göttingen im gesamten Untersuchungszeitraum (Oktober 2014 bis Dezember 2016)

Rehwild machte mit 58 % ($n=1273$) den Hauptteil der an Wildunfällen beteiligten Wildarten aus. 19 % wurden durch Wildschweine und 6 % durch Füchse verursacht. Ebenfalls 6 % der Unfälle konnten keiner bestimmten Tierart zugeordnet werden (Abb. 10).

Lahn-Dill-Kreis

Im Lahn-Dill Kreis wurden in der Versuchslaufzeit 3516 Wildunfälle polizeilich gemeldet. Die Wildunfallmeldungen variierten zwischen 74 im Juni 2016 und 326 im Dezember 2015 mit durchschnittlich 141 ($\pm 43,09$) Wildunfällen im Monat (Abb. 11). 997 der gesamten Unfälle ereigneten sich auf den Teststrecken der vorliegenden Untersuchung.

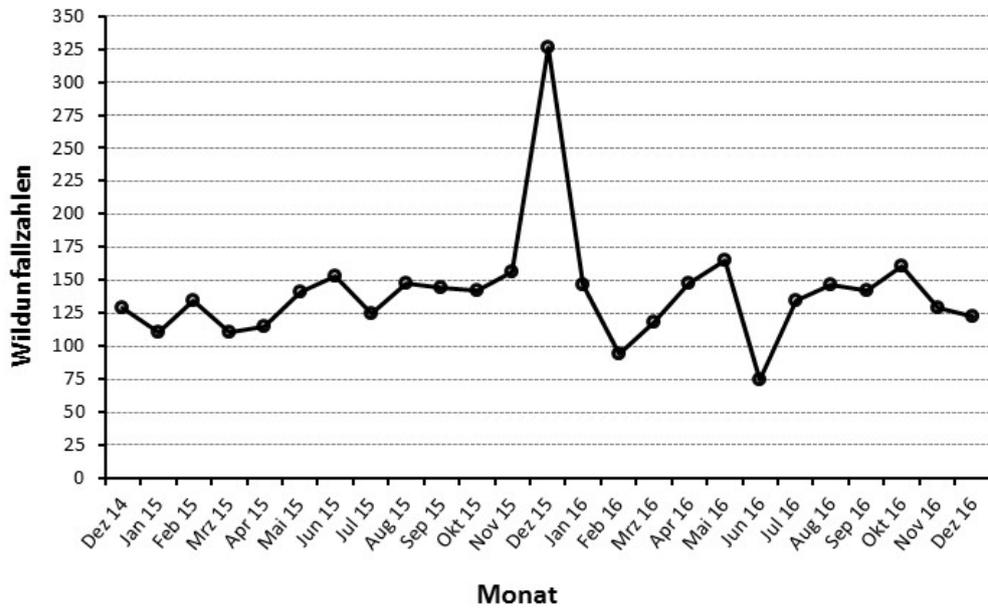


Abbildung 11: monatliche Wildunfallzahlen im Lahn-Dill Kreis von Dezember 2014 bis Dezember 2016

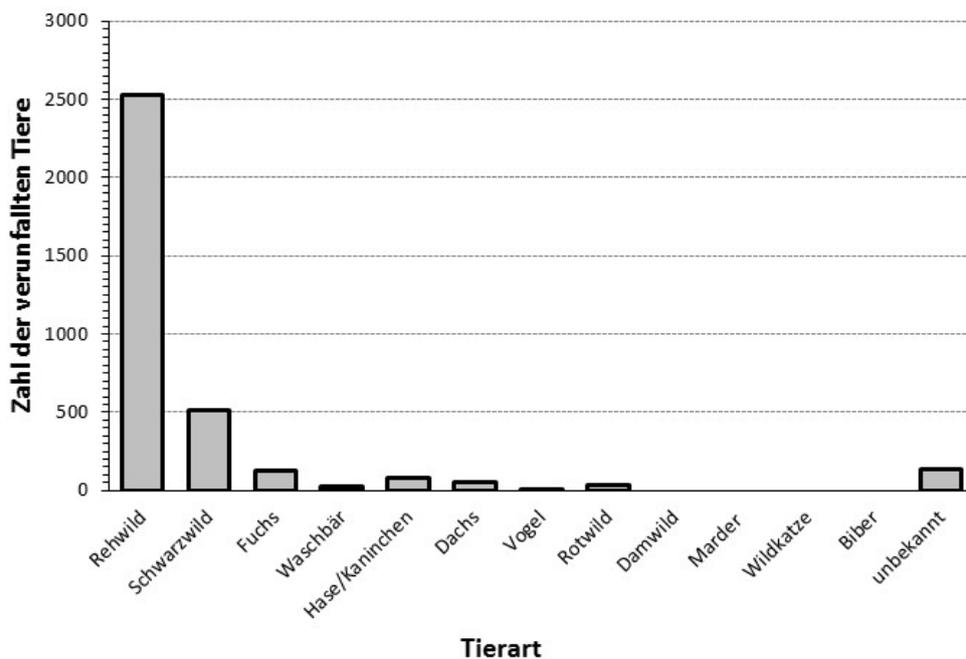


Abbildung 12: Zahl der verunfallten Tiere nach Wildart im Lahn-Dill-Kreis im gesamten Untersuchungszeitraum (Dezember 2014 bis Dezember 2016)

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Auch im Lahn-Dill-Kreis wurden die gemeldeten Unfälle vor allem durch das Rehwild verursacht (72 %, insgesamt 2525 Tiere). Der Anteil des Schwarzwildes an den verunfallten Tieren lag bei 15 %. 4 % der Unfälle mussten ohne Zuordnung zu einer Wildart bleiben (Abb. 12).

Landkreis Höxter

Im Landkreis Höxter wurden in der Versuchslaufzeit 2899 Wildunfälle polizeilich gemeldet. Die Wildunfallmeldungen variierten zwischen 166 im Oktober 2015 und 73 im März 2017 mit durchschnittlich 99,96 ($\pm 21,23$) Wildunfällen im Monat (Abb. 13).

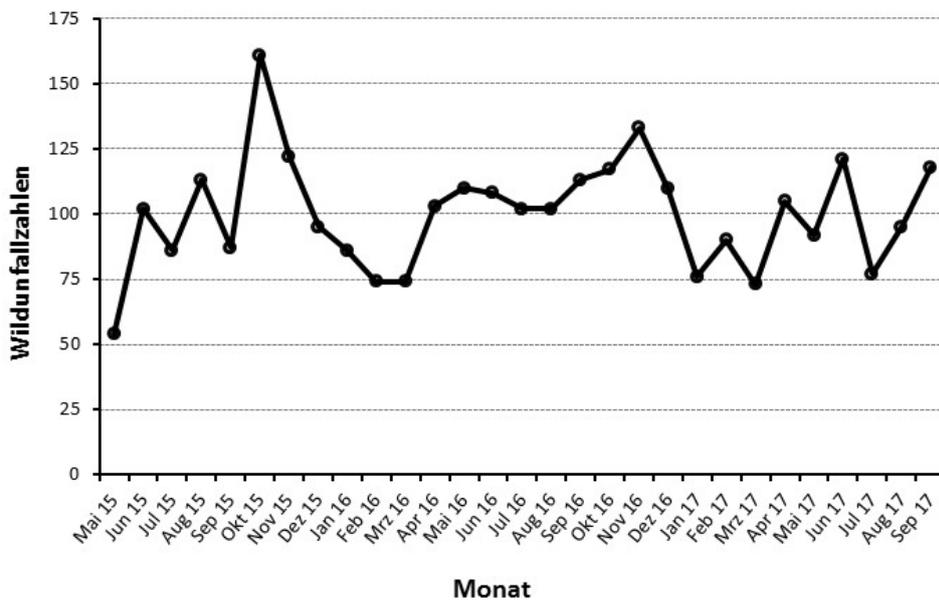


Abbildung 13: Monatliche Wildunfallzahlen im Landkreis Höxter von Mai 2015 bis September 2017

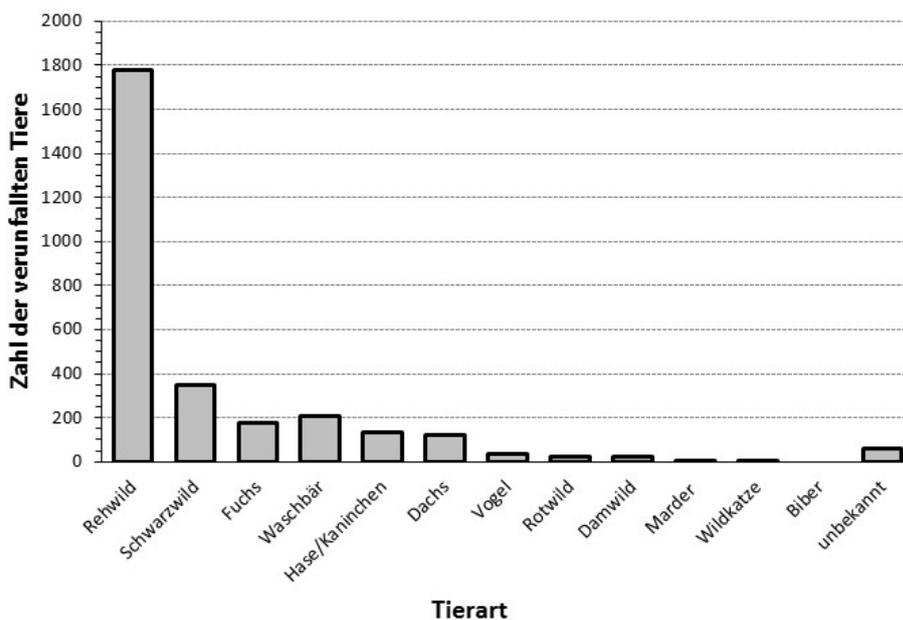


Abbildung 14: Zahl der verunfallten Tiere nach Wildart im Landkreis Höxter im gesamten Untersuchungszeitraum (Mai 2015 bis September 2017)

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Mit weitem Abstand (61 %) war auch im Landkreis Höxter das Rehwild die häufigste Unfallursache (n=1778), weitere rund 25 % entfielen auf das Schwarzwild (12 %), Füchse (6 %) und Waschbären (7 %). Lediglich 2 % der verunfallten Tiere ließen sich nicht identifizieren (Abb. 14)

Landkreis Kassel

Aus dem Landkreis Kassel liegen 2769 Wildunfallmeldungen der Polizei von Mitte Mai 2015 bis Ende Oktober 2017 vor.

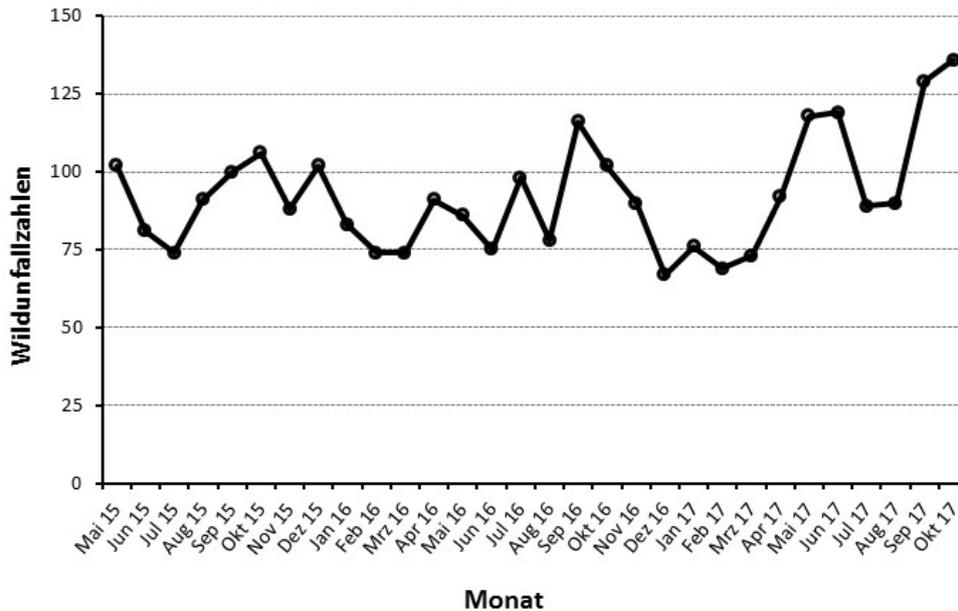


Abbildung 15: Monatliche Wildunfallzahlen im Landkreis Kassel von Mai 2015 bis Oktober 2017

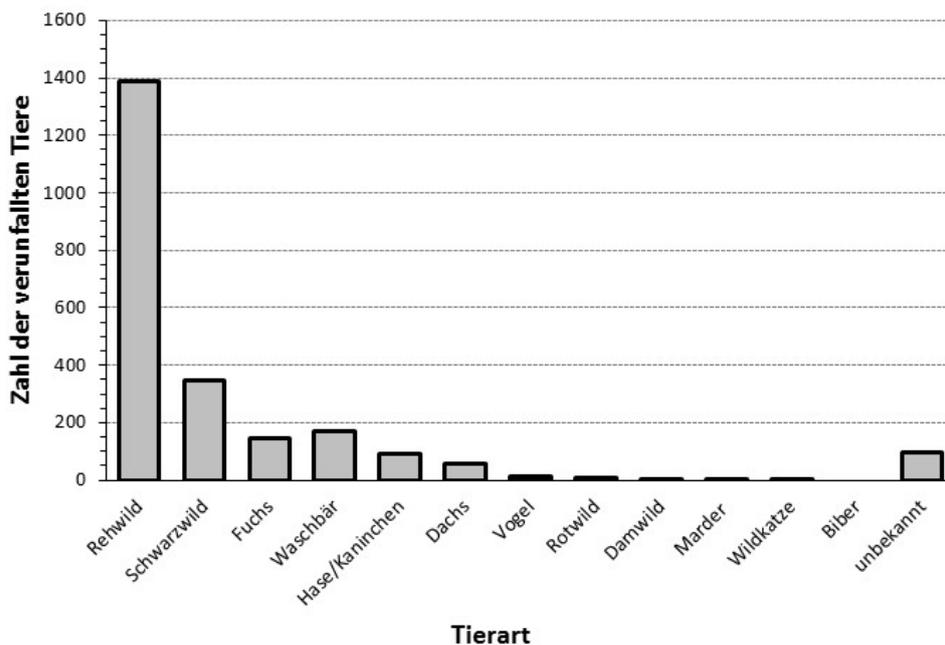


Abbildung 16: Zahl der verunfallten Tiere nach Wildart im Landkreis Kassel im gesamten Untersuchungszeitraum (Mai 2015 bis Oktober 2017)

Die Anzahl der Wildunfälle variierte zwischen 136 im Oktober 2017 und 67 im Dezember 2016. Durchschnittlich wurden 92,3 (\pm 17,68) Wildunfälle pro Monat gemeldet (Abb. 15). Wie in den übrigen Landkreisen wurde auch in Kassel der Großteil der Wildunfälle durch Rehwild verursacht (60 %, n=1386). In geringerem Umfang betroffene Tierarten waren auch hier das Schwarzwild (15 %), Füchse (6 %) und Waschbären (7 %), nicht identifiziert wurden 4 % der Tiere (vgl. Abb. 16).

Wildunfälle mit weiteren Tierarten, wie z.B. Feldhase, Dachs, Waschbär, Kaninchen, Marder und Wildkatze, wurden in allen Landkreisen vergleichsweise selten gemeldet. Dies mag u.a. an der geringeren Körpergröße und dem somit in der Regel geringeren Schaden am Fahrzeug zusammenhängen, wohingegen der verhältnismäßig niedrige Anteil von Rotwild (max. 1 %) vermutlich durch eine vergleichsweise geringe Populationsdichte in den Landkreisen begründet ist.

Zusätzlich zu den polizeilich gemeldeten Wildunfällen wurden Fragebögen an die Jägerschaft der vier Landkreise verteilt. Hierbei waren die Rückmeldungen jedoch zu gering und zu unregelmäßig um Informationen auf der Basis der einzelnen Teststrecken bereitzustellen, die für eine Auswertung hätten hilfreich sein können. Auf eine Darstellung der Befunde wird hier deshalb verzichtet.

Im gesamten Untersuchungszeitraum (Dezember 2014 bis September 2017) wurden in den drei Landkreisen Kassel, Höxter und Lahn-Dill bei einer Gesamtzahl von 11.353 gemeldeten Wildunfällen kein Verkehrsteilnehmer getötet, 27 schwer verletzt und 10 leicht verletzt (Tab. 1). Die entsprechenden Daten aus dem Landkreis Göttingen lagen nicht vor.

Tabelle 1: Zahl der durch Wildunfälle in den Landkreisen Lahn-Dill, Höxter und Kassel verletzten Personen im gesamten Untersuchungszeitraum (Dezember 2014 bis September 2017).

| | Getötete | Schwerverletzte | Leichtverletzte |
|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Göttingen | Keine Angaben | Keine Angaben | keine Angaben |
| Lahn-Dill-Kreis | 0 | 5 | 6 |
| Höxter | 0 | 12 | 2 |
| Kassel | 0 | 10 | 2 |

3.4. Streckenmerkmale mit möglichem Einfluss auf das Unfallgeschehen

Aus Gründen der Lesbarkeit werden im Folgenden nicht nur die jeweiligen Erhebungsmethoden wiedergegeben, sondern es erfolgt auch eine kurze deskriptive und summarische Darstellung der Verhältnisse vor Ort.

3.4.1. Verkehrsdaten

Methodisches Vorgehen

Die zur Verfügung gestellten PDF-Dateien der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV Auswertungen) wurden in ArcGIS 10.3 (© ESRI) georeferenziert und mit den GIS-Daten der Teststrecken kombiniert. Entsprechend der Teststrecken wurden die in den PDFs enthaltenen Informationen der Messstellen den Teststrecken zugeordnet und in einer Excel-Tabelle dokumentiert.

Befund

Insgesamt stehen Daten aus allen vier Landkreisen mit Ausnahme der Kreisstraßen im Landkreis Göttingen zur Verfügung, zum Teil die genauen Zahlen des DTV Gesamtverkehrs, zum größten Teil die DTV Bandbreiten (n=135) (Abb. 17) Der Großteil der Teststrecken (44 %) weist eine DTV Bandbreite von 1001-3000 Fahrzeugen am Tag, auf Bandbreiten von 3001-5000 Fahrzeugen am Tag finden sich auf 22 % der Teststrecken. Ähnlich häufig treten Verkehrsstärken von > 5000 Fahrzeugen am Tag auf (27 %). Verkehrsstärken < 1000 Fahrzeugen am Tag ließen sich lediglich bei 11 Strecken (7 %) feststellen.

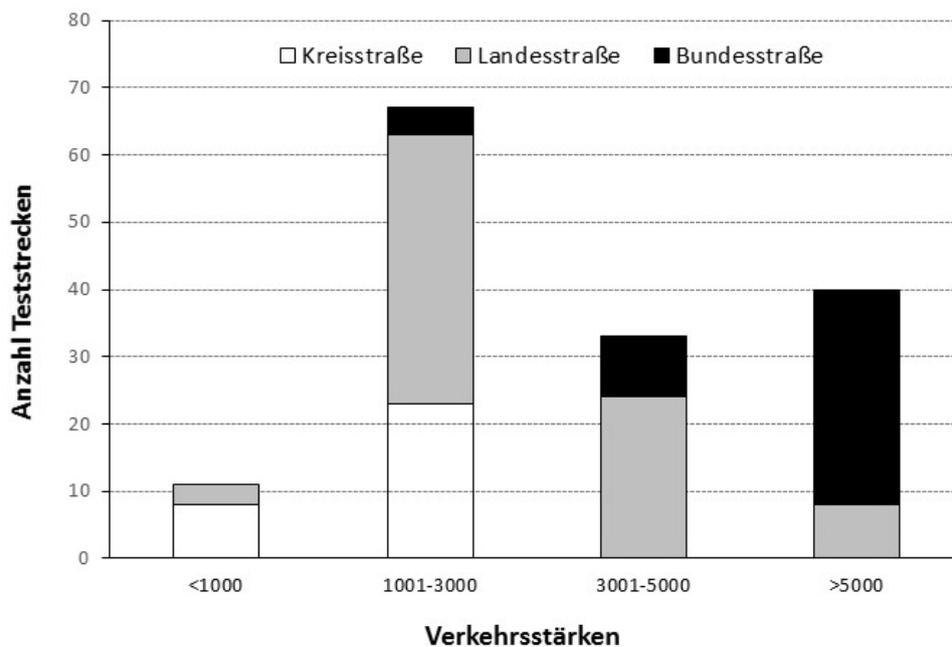


Abbildung 17: Verteilung der Teststrecken (n=151) auf Klassen der Verkehrsstärke

3.4.2. Verbauungen

Methodisches Vorgehen

Daten zur Verbauung entlang der Teststrecken wurden analog zu den Daten über die Abstände einzelner Bäume zu den Teststrecken von OpenStreetMap (© Geofabrik) bezogen. Mittels ArcGIS 10.3 wurden diese Daten, welche sich unter der Rubrik *roads* befinden, den jeweiligen Landkreisen zugeordnet und für das gesamte Untersuchungsgebiet zusammengeschnitten. Die Teststrecken wurden auf 200 m Radius gepuffert und mit der shapefile *roads* über *joins and relates* verknüpft. Die Zugehörigkeit von einzelnen

Verbauungen, hier Fahrradwege, Pfade, Fußwege, Brücken und Tunnel wurden der resultierenden Excel-Tabelle entnommen. Informationen zu eventuellen Geländern (10-50 m) wurden durch die Auswertung von GoPro Videos (© GoPro Hero³⁺) ermittelt.

Befund

Von 150 Teststrecken befanden sich an 47 % (n=71) Pfade, an 29 % (n=44) Fahrrad- und Fußwege, an 27 % (n=40) Fußwege und an 21 % (n=31) Brücken. Darüber hinaus wurden an 18 % der Teststrecken (n=27) Geländer zwischen 10-50 m Länge erfasst. Keine der Teststrecken führten durch einen Tunnel (vgl. Abb. 18).

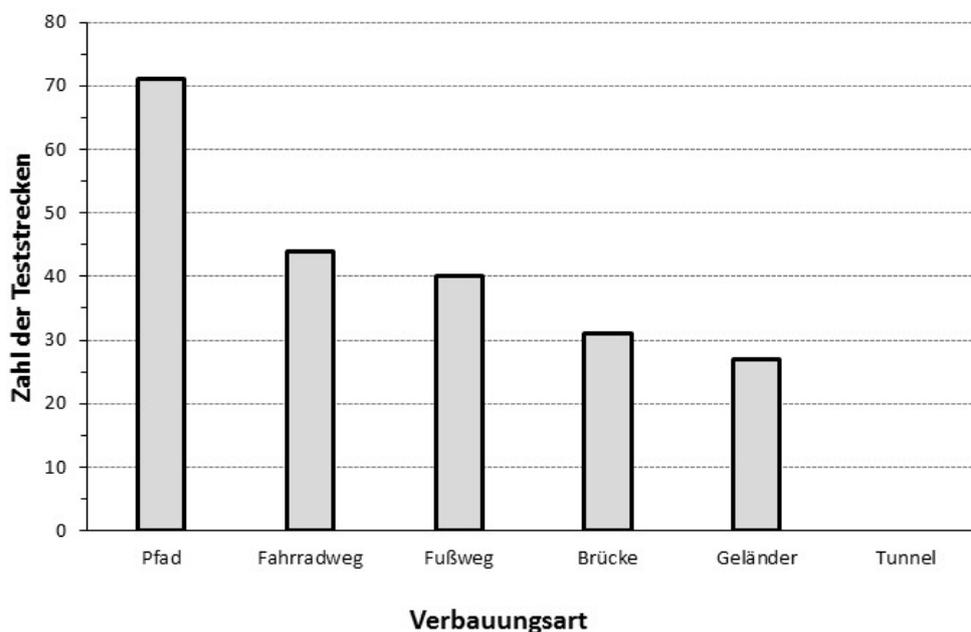


Abbildung 18: Verbauung von Pfaden, Fahrradwegen, Fußwegen, Brücken, Geländern und Tunnel entlang der Teststrecken

3.4.3. Orographische Geländemerkmale

Methodisches Vorgehen

Daten zu orographischen Geländemerkmale wurden, wie zuvor beschrieben, über OpenStreetMap (© Geofabrik) bezogen. Die GIS-Daten wurden mittels ArcGIS 10.3 (© ESRI) bearbeitet, in einem Umkreis von 200 m zu den Teststrecken geschnitten und über *joins und relates* mit den Daten der Teststrecken verbunden.

Befund

Bei einem Großteil der Teststrecken befand sich ein Bach innerhalb von 200 m zur Strecke (62 %). Auch andere Gewässerformen (21 %), Gräben entlang der Straße (17 %) oder Flüsse (12 %) befanden sich innerhalb von 200 m. Seltener kamen Abläufe (9 %), Kanäle (3 %) und Sumpfgebiete (3 %) vor (Abb. 19).

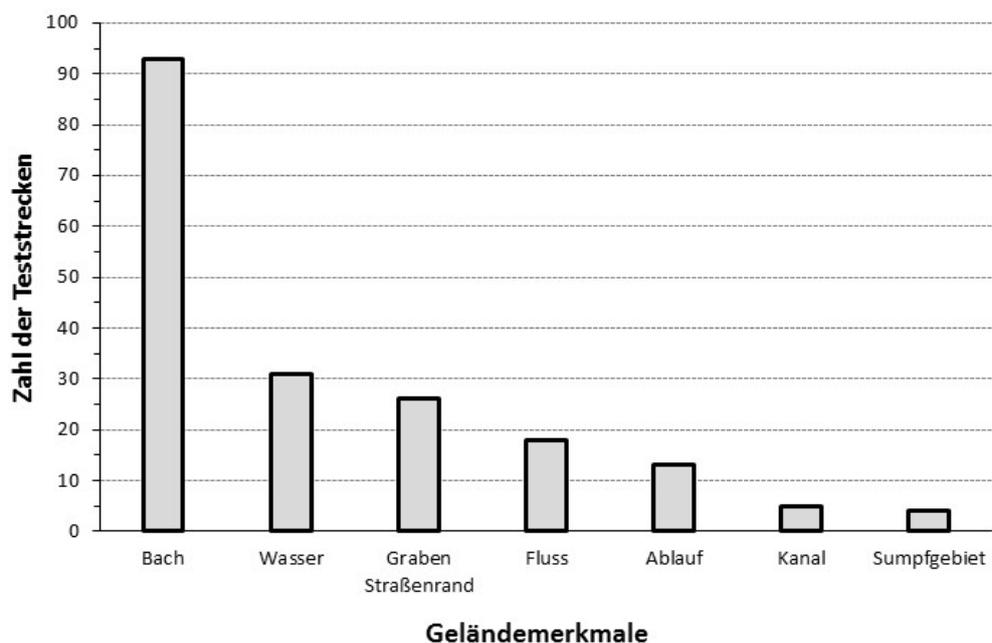


Abbildung 19: Orographische Geländemerkmale innerhalb von 200 m zur Teststrecke

3.4.4. Beschilderung und Schutzplanken

Methodisches Vorgehen

Daten zur Beschilderung und Schutzplanken entlang der Teststrecken wurden durch GoPro (© GoPro Hero³⁺) Videoaufnahmen, welche im Zeitraum der Vegetationsperiode 2016 auf den Teststrecken aufgezeichnet wurden, erhoben und mittels VLC Player ausgewertet.

Befund

An 38 % (n=57) der Teststrecken befinden sich Wildwechselwarnschilder. An 70 % der Teststrecken befinden sich Schutzplanken.

3.4.5. Geschwindigkeitsbegrenzung

Methodisches Vorgehen

Daten zur Geschwindigkeitsbegrenzung entlang der Teststrecken wurden analog zur Beschilderung durch die Auswertung von GoPro (© GoPro Hero³⁺) Videoaufnahmen erhoben, welche in der Vegetationsperiode 2016 auf den Teststrecken aufgezeichnet worden waren. Dabei kam der VLC Player zum Einsatz. Da einzelne Teststrecken Bereiche mit unterschiedlichen, sowie unterschiedlich langen Geschwindigkeitsbeschränkungen aufwiesen, wurde zusätzlich der Mittelwert der erlaubten Geschwindigkeit gebildet.

Befund

Der Großteil der Teststrecken verfügt über ein Tempolimit von 100 km/h (vgl. Abb. 20). Dies spiegelt sich auch in der mittleren zulässigen Höchstgeschwindigkeit der untersuchten Teststrecken wider. Diese beträgt bei 69 % der Strecken (n=99) 100 km/h. Bei 26 % (n=38)

der Strecken liegt sie zwischen 80-99 km/h, bei je 2 % (n=3) zwischen 70-79 km/h bzw. zwischen 51-69 km/h liegen. Nur eine Strecke wies eine mittlere zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf, da sich dort eine Wanderbaustelle befand.

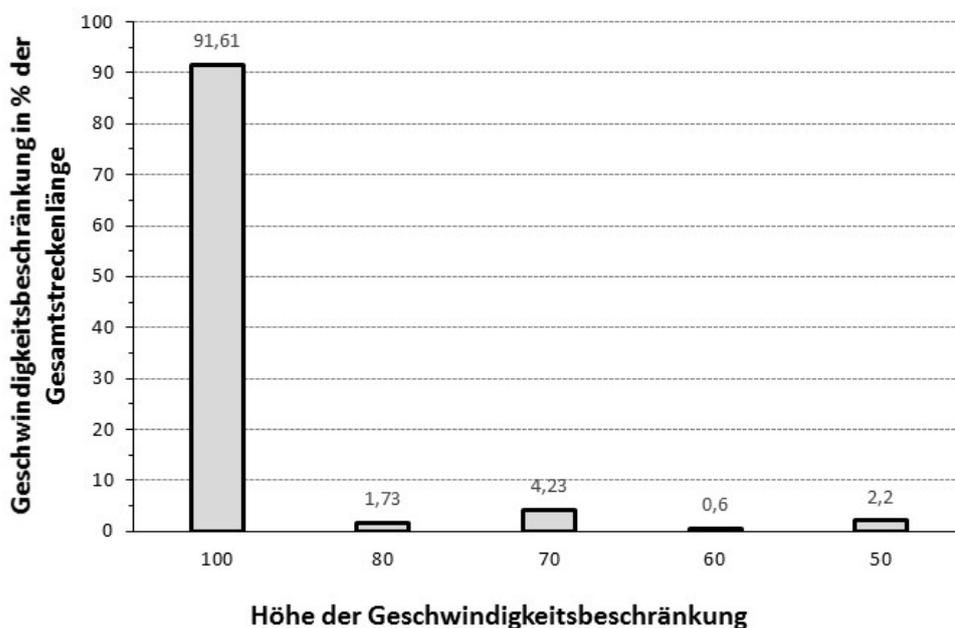


Abbildung 20: Anteil der Geschwindigkeitsbegrenzungen an der Gesamtteststreckenlänge

3.4.6. Kurvigkeit

Methodisches Vorgehen

Die Kurvigkeit der Streckenabschnitte wurde, wie im Straßenwesen üblich, als Summe der absoluten Richtungsänderungen dividiert durch die Länge des Abschnitts berechnet (vgl. Bakaba 2003). Als ein zusätzliches Maß für die Beschreibung des Straßenverlaufs wurde für jede Teststrecke die aus der Geographie stammende Sinuosität berechnet (siehe Anhang C). Die Einteilung der Kurvigkeit in Klassen erfolgte ebenfalls in Anhalt an Bakaba (2003).

Befund

Die Kurvigkeit der Straßenabschnitte lag zwischen 0 und 148,4 gon km⁻¹. Dies bedeutet, dass alle Straßenabschnitte den Kurvigkeitsklassen 1 (≤ 75 gon km⁻¹) und 2 (>75 und ≤ 150 gon km⁻¹) zuzuordnen waren. Hierbei entfielen 46 % der Strecken auf die Kurvigkeitsklasse 1 und 54 % auf die Klasse 2. Im Ergebnis waren unter den Teststrecken damit keine besonders kurvigen Straßen, auch wenn einige Strecken knapp an der Grenze zur Kurvigkeitsklasse 3 (>150 und ≤ 225 gon km⁻¹) lagen.

3.4.7. Regelquerschnitt

Methodisches Vorgehen

Daten zum Regelquerschnitt der Teststrecken wurden ebenfalls durch Videoaufnahmen einer GoPro (© GoPro Hero³⁺) aufgezeichnet, die in der Vegetationsperiode 2016 auf den Teststrecken aufgezeichnet worden waren. Die Auswertung erfolgte mittels VLC Player.

Befund

Der kleinste Regelquerschnitt (RQ) von 7.5 bietet eine befestigte Fläche von 5,5 m Breite und ist ein häufiger Querschnitt bei Ortsverbindungen. Auf den Teststrecken ist dieser Querschnitt n=13 mal vertreten. Der häufigste Regelquerschnitt mit 9.5 hat eine befestigte Fläche von 6,5 m und kommt häufig auf Landesstraßen vor. Auf den Teststrecken ist dieser RQ n=92 vertreten. Ein RQ von 10.5 bietet eine Fläche von 7,5 m, kommt häufig bei Bundesstraßen vor und war auf den Teststrecken 28 mal vorhanden. Seltener sind große RQ mit 15.5 (=11,5 m Fläche) (n=9). Auf 9 Strecken versagte die GoPro-Aufzeichnung und es konnten keine Informationen zum Regelquerschnitt gewonnen werden (vgl. Abb. 21).

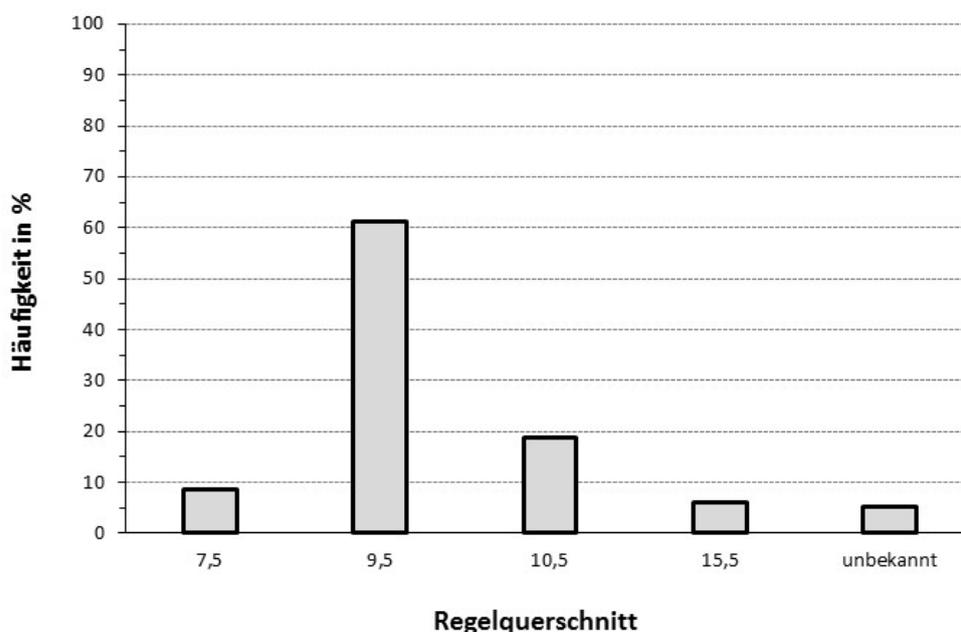


Abbildung 21: Regelquerschnitte auf den Teststrecken (n=151) in den Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter

3.4.8. Breite des Seitenraums und Anzahl der Fahrstreifen

Methodisches Vorgehen

Daten zum Regelquerschnitt der Teststrecken wurden ebenfalls durch Videoaufnahmen einer GoPro (© GoPro Hero³⁺) erhoben. Diesen wurden in der Vegetationsperiode 2016 auf den Teststrecken aufgezeichnet und mittels VLC Player ausgewertet.

Befund

Wie Abbildung 22 zu entnehmen ist, befinden sich die meisten Teststrecken (n=54) an Straßenabschnitten, die größtenteils zu beiden Seiten frei sind. Aber auch ein schmaler (1-2 m) oder mittlerer (2-3 m) Seitenraum sind regelmäßig zu finden (n=36 und n=34).

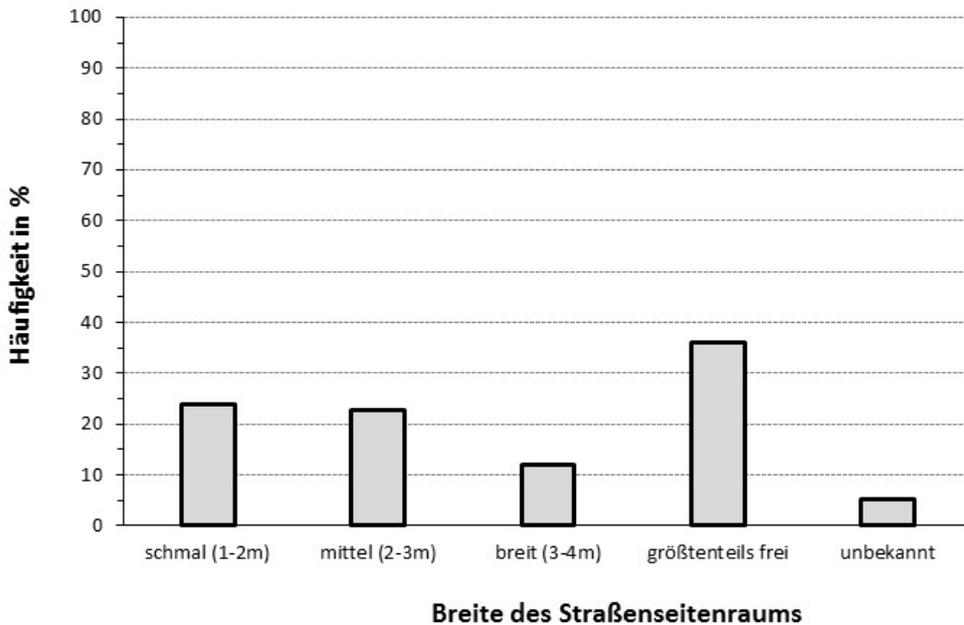


Abbildung 22: Breite des Straßenseitenraums auf den Teststrecken (n=151) in den Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter

Der Großteil der Teststrecken befindet sich auf Straßen mit 2 Fahrstreifen (Abb. 23).

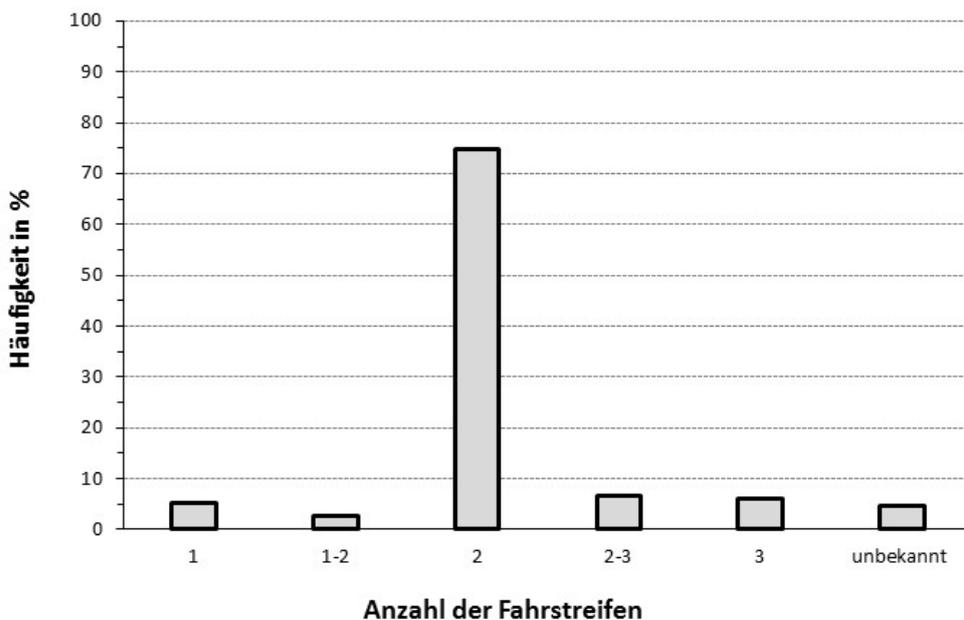


Abbildung 23: Anzahl der Fahrstreifen auf den Teststrecken (n=151) in den Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter

3.4.9. Landnutzungstypen

Methodisches Vorgehen

Daten zu den jeweiligen Vegetationseinheiten und Flächengrößen innerhalb von 200 m zu den Teststrecken wurden analog zu Abständen einzelner Bäume und Verbauung über OpenStreetMap (© Geofabrik) bezogen. Die GIS-Daten wurden mittels ArcGIS 10.3 (© ESRI) bearbeitet, den Teststrecken zugeordnet und über *joins und relates* mit den Daten der Teststrecken verbunden. Die Flächen wurden durch die resultierende Excel-Tabelle aufgelistet und einzelne Flächen gleicher Vegetationseinheit einer Teststrecke gegebenenfalls zusammenaddiert.

Befund

Der Großteil der Vegetation innerhalb von 200 m zu den jeweiligen Teststrecken wurde von Ackerland (44 %) bestimmt. Wiesen (18 %) und Wälder (12 %) machten den restlichen Großteil der Flächen aus. Auch Grasflächen (9 %) und Unterholz (7 %) waren entlang der Teststrecken vorhanden. In geringerem Maß waren Siedlungen (7 %), Schrebergärten (1 %), Heide (0,5 %) und Industriegebiete (0,4 %) vorzufinden. Von untergeordneter Bedeutung waren Friedhöfe (0,4 %), Steinbrüche (0,4 %), Obstgärten (0,2 %), Naturreservate (0,2 %) und Parks (0,1 %) (Abb. 24).

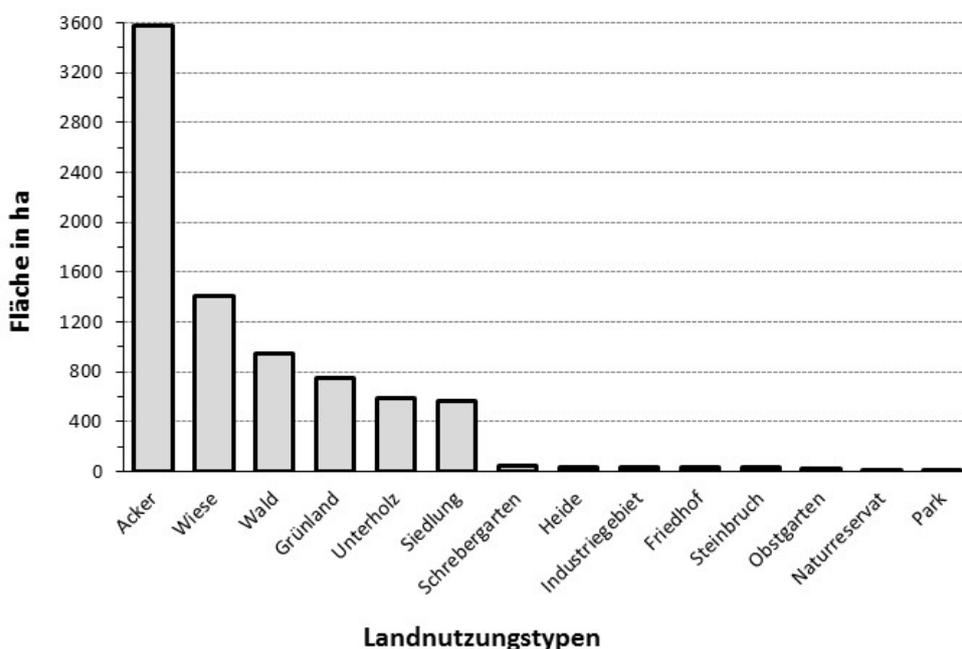


Abbildung 24: Flächen der Landnutzungstypen im 200 m Umkreis der Teststrecken

3.4.10. Forstliche Nutzung

Methodisches Vorgehen

Daten zur forstlichen Nutzung wurden über das Umweltbundesamt mittels der Corine Landcover Data 2006 ausgewertet (CLC2006, Umweltbundesamt, DLR-DFD 2009). Die

Daten wurden mittels ArcGIS 10.3 (© ESRI) bearbeitet, den Landkreisen zugeordnet, innerhalb von 200 m um die jeweiligen Teststrecken zugeschnitten und der Flächenanteil sowie die Entfernung zur jeweiligen Teststrecke ermittelt und durch Excel ausgewertet. Der jeweilige Waldtyp wurde anhand eines Kodierungscode des Umweltbundesamtes zugeordnet und ausgewertet. Die Waldbestandsdichte entspricht dem Verhältnis der Länge des Waldanteils an der Gesamtlänge der Strecke. Der jeweilige Waldbestand setzt sich dabei aus den drei Kategorien 1) Feld-Feld, 2) Wald-Feld und 3) Wald-Wald zusammen, wobei die jeweilige Länge eine Teststreckenseite in Wald oder Feld kategorisiert wird:

$$\text{Waldbestandsdichte [\%]} = \frac{0,5 * (\text{Wald} - \text{Feld})[\text{m}] + (\text{Wald} - \text{Wald})[\text{m}]}{\text{Gesamtlänge Teststrecke [\text{m}]}} * 100$$

Befund

Der Hauptteil der Waldtypen entlang der Teststrecken wurde von Laubwald bestimmt (84,85 %). Nadelwald (8,11 %) und Mischwald (6,98 %) machen dahingegen einen geringen Teil der Waldtypen aus. Auch Wald-Strauch-Übergangsstadien sind selten zu finden (0,05 %) (vgl. Abb. 25).

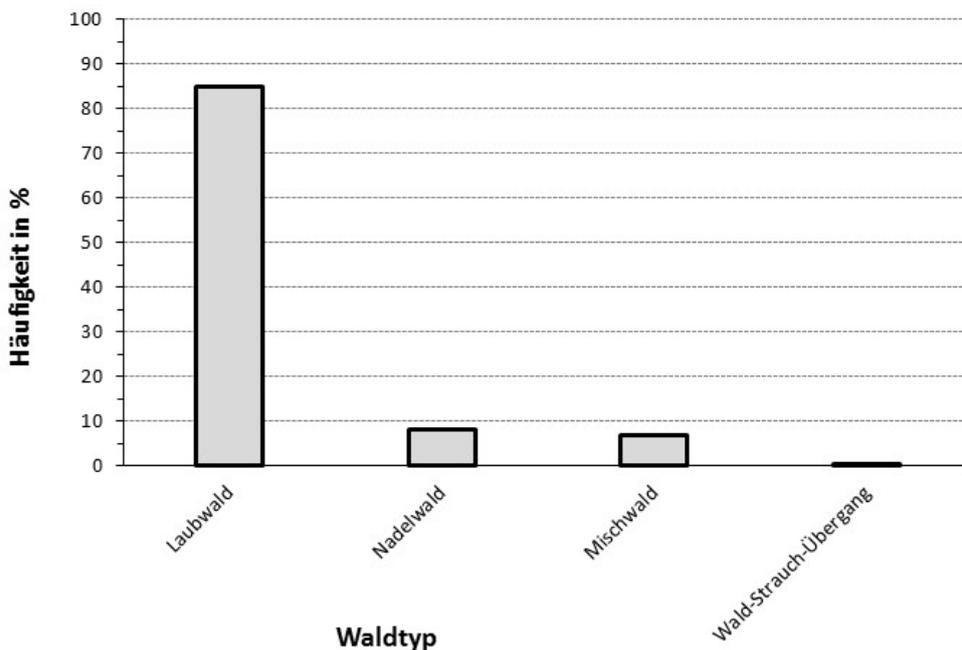


Abbildung 25: Forstliche Nutzung entlang der Teststrecken

Die Auswertung der Waldbestandsdichte zeigt, dass bei einem Maximum von 45 Teststrecken kein Wald auf beiden Teststreckenseiten zu finden ist und bei 16 Teststrecken die Waldbestandsdichte zwischen 1-9 % liegt. Im mittleren Bereich befindet sich bei 45 Teststrecken eine Waldbestandsdichte zwischen 10-39 % und bei 39 Teststrecken eine

Waldbestandsdichte zwischen 40-99 %. Bei 6 Teststrecken liegt die Waldbestandsdichte bei 100 % (vgl. Abb. 26).

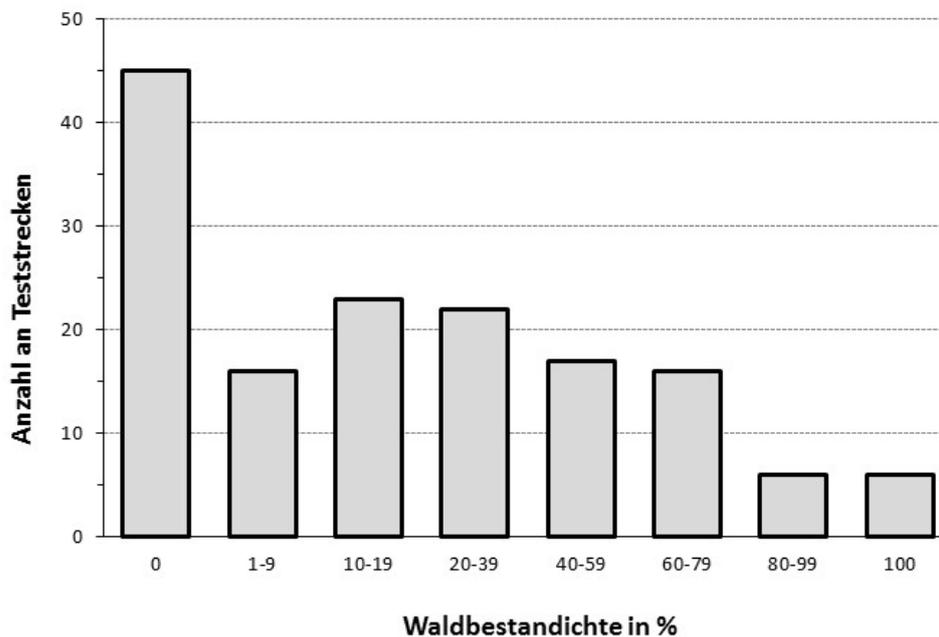


Abbildung 26: Waldbestandsdichte entlang der Teststrecken

3.4.11. Abstände von Bäumen zur Straße

Methodisches Vorgehen

Daten zu einzelnen Bäumen wurden für jedes Bundesland über © Geofabrik von OpenStreetMap bezogen. Mittels ArcGIS 10.3 wurden diese Daten den jeweiligen Landkreisen zugeordnet und für das gesamte Untersuchungsgebiet zusammengeschnitten. Die Abstände der einzelnen Bäume zu den jeweiligen Teststrecken wurden mittels des ArcGIS tools Analysis Tools → Proximity → Near in einem Umkreis von 200 m berechnet. Die Ergebnisse wurden in einer Excel-Tabelle aufgelistet und die mittlere Entfernung sowie die minimale und maximale Distanz berechnet.

Befund

Nur an 20 Teststrecken befinden sich einzelne Bäume, welche sich nicht in einem waldähnlichen Verbund befinden, innerhalb eines Streifens von bis zu 200 m zur Teststrecke. In der Tabelle A3 im Anhang sind die Teststrecken und die jeweiligen mittleren Entfernungen der Bäume aufgelistet.

3.4.12. Jagdliche Aktivität

Methodisches Vorgehen

Zur Ermittlung der jagdlichen Aktivität wurden alle verantwortlichen Jagdpächter und Forstverwaltungen (n=350) angeschrieben und Fragebögen versendet (Abb. A1 Anhang). Von diesen 350 angeschriebenen Personen und Einrichtungen aus 255 unterschiedlichen

Jagdrevieren entlang von 151 Teststrecken sind bis zum Zeitpunkt der Berichtslegung 61 Rückmeldungen eingegangen. Diese Rückmeldungen wurden den einzelnen Teststrecken zugeordnet und die Aussagen der jeweiligen Jagdausübungsberechtigten in einer Excel-Tabelle dokumentiert.

Befund

Die vorrangige Jagdart in den Revieren ist die Ansitzjagd. Diese nimmt knapp 50 % der jagdlichen Aktivitäten ein. Ebenfalls häufig (jeweils ca. 20 %) sind Drückjagd und Pirsch. Die verschiedenen Jagdeinrichtungen befinden sich zum weit überwiegenden Teil (63 %) mehr als 200 m von den Teststrecken entfernt. Lediglich 13 % der Jagdeinrichtungen fanden sich in einem Abstand von < 50 m. Die befragten Jäger verbrachten im Durchschnitt pro Monat 39 Stunden auf der Jagd. Analog zur Zunahme der Jagdeinrichtungen mit zunehmender Entfernung von den Straßen konzentrierte sich auch die Jagdausübung auf den weiter als 200 m von den Straßen entfernten Bereich. Entsprechend wurden dort auch die meisten Tiere erlegt (69 % aller geschossener Tiere, während nur 7 % in einem Bereich < 50 m Entfernung von der Straße erlegt wurden; die Zahlen basieren auf den Rückmeldungen zu 19 Teststrecken).

3.4.13. Sonstige Einflussgrößen

3.4.13.1 Erholungsverkehr

Methodisches Vorgehen

Auch zur Erholungsnutzung im Umfeld der jeweiligen Teststrecken wurden die Jagdpächter mit Fragebögen befragt. Ein weiterer Faktor, der Aufschluss über den Umfang der Erholungsnutzung geben kann, ist die Zugänglichkeit des die Teststrecken umgebenden Geländes. Daher wurde die Entfernung des Start- und des Endpunkts der Teststrecken zum nächstgelegenen Ortsrand, sowie das Vorhandensein von Parkplätzen erfasst. Dazu wurde Google Earth (© Google) eingesetzt.

Befund

Von den befragten Jagdausübungsberechtigten machten 61 Angaben zu insgesamt 26 Teststrecken. Dabei gaben 57 Personen an, dass ihr Revier zur öffentlichen Erholung genutzt wird. Lediglich 8 Jäger/-innen gingen davon aus, dass ihr Revier für Erholungssuchende kein Ziel darstellt und nicht von der Öffentlichkeit aufgesucht wird. Entlang der 26 Teststrecken wurden Wandern und Mountainbiking als häufigste Freizeitaktivität angegeben. Insgesamt befindet sich entlang von 50 Teststrecken ein öffentlicher Parkplatz (vgl. Tabelle A4 im Anhang). Der Großteil der Teststrecken befindet sich innerhalb von nur 0,5 km von der nächstgelegenen Ortschaft. Der weitaus geringere Teil der Teststrecken liegt weiter als 2 km von einer Ortschaft entfernt (vgl. Abb. 27).

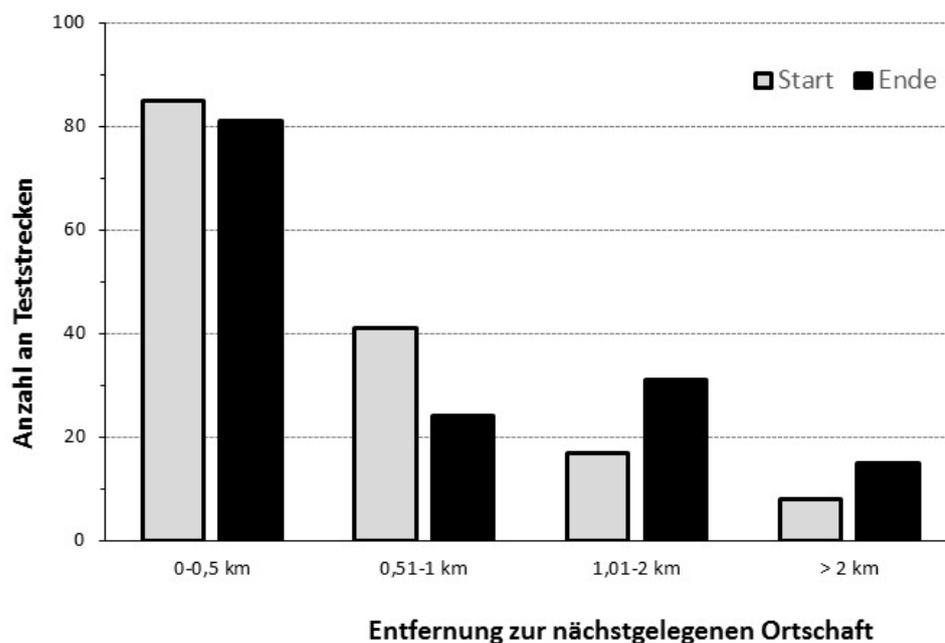


Abbildung 27: Entfernungen der Start- und Endpunkte der Teststrecken zu der nächstgelegenen Ortschaft

3.4.13.2 Zustand der Straßen bei Wildunfällen

Methodisches Vorgehen

Die Daten zur Unfallerrfassung in den vier Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter wurden von den jeweiligen Polizeibehörden mit Informationen zum Ort, Zeitpunkt, verunfallter Tierart, Zustand der Straße und Lichtverhältnis zur Verfügung gestellt. Anhand dieser Daten sollte versucht werden Faktoren zu isolieren, die Wildunfälle typischerweise wahrscheinlicher machen. Detaillierte Informationen über eine eventuelle Salzstreuung konnten von den Straßenmeistereien nicht bereitgestellt werden. Da bei Winterglätte der Räum- und Streupflicht durch den Straßenbaulastträger nachzukommen ist (§§ 823, 839 BGB) wurde Salzstreuung bei Winterglätte unterstellt

Befund

Bei dem Großteil der Wildunfälle, die sich im Untersuchungszeitraum in den gesamten Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill-Kreis ereigneten, waren die Straßenverhältnisse trocken (70 %), selten nass/feucht (27 %) oder winterglatt (1 %). Beim Rest der Fälle lagen keine Informationen zum Zustand der Straßen vor. Ein praktisch identisches Bild (72 % trocken, 27 % feucht und 1 % winterglatt) zeigte sich in den Landkreisen Höxter und Kassel. Diese Zahlen bedeuten auch, dass eine Salzstreuung, die nur bei Winterglätte durchgeführt wird, für das Unfallgeschehen von nachrangiger Bedeutung ist

Die meisten Wildunfälle (71 %) ereigneten sich in den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill bei Dunkelheit. Deutlich weniger Wildunfälle wurden während der Dämmerung (15 %) und bei Tageslicht (14 %) gemeldet. Ähnliche Zahlen ergaben sich für die Landkreise Höxter und Kassel (68 % bei Dunkelheit, 15 % bei Dämmerung und 17 % bei Tageslicht. Eine genaue

Analyse der Unfallhäufigkeit nahm für den Landkreis Göttingen Stark (2016) für den Zeitraum von 2011 bis 2013 vor. Wie sich zeigte, ereigneten sich die meisten Unfälle zwischen 18:00 Uhr bis ca. 7:00 Uhr morgens. Zwischen 9:00 Uhr und 18:00 Uhr wurden nur vereinzelt Wildunfälle polizeilich aufgenommen. Dieser Befund bestätigte sich auch bei den Zahlen des Landkreises im Projektzeitraum (Abb. 28).

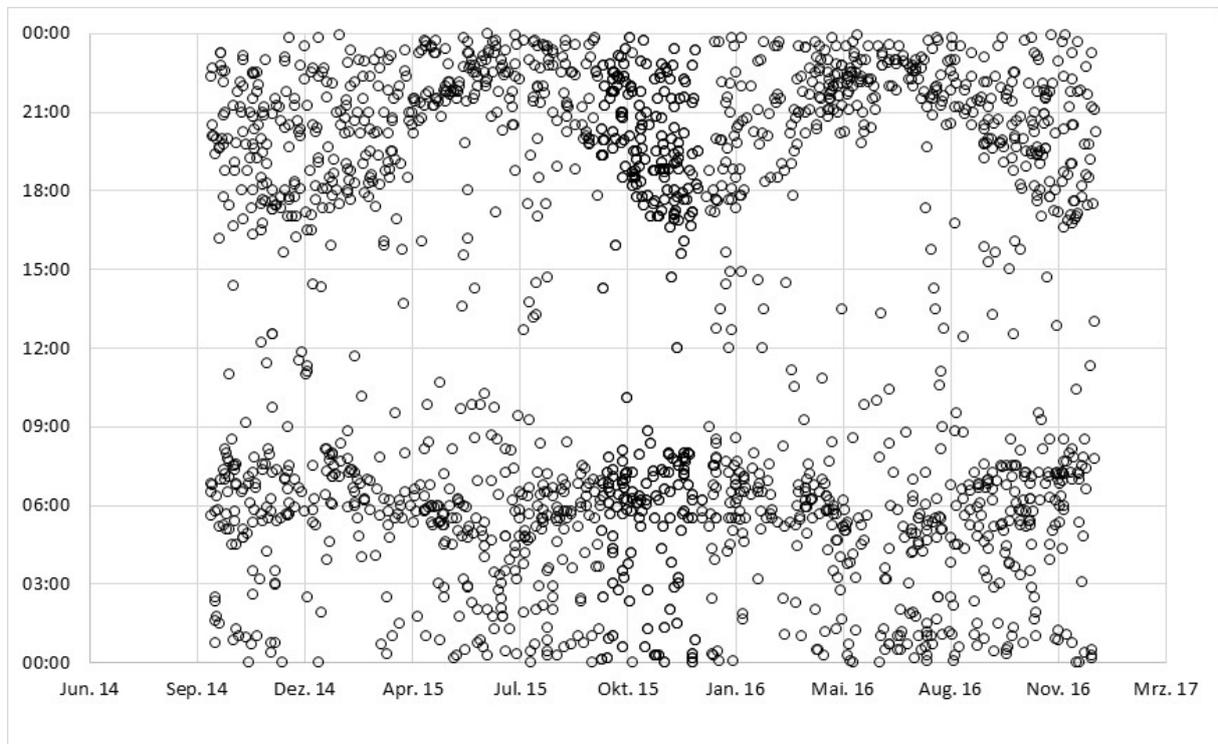


Abbildung 28: Zeitliche Verteilung der Wildunfälle im Landkreis Göttingen zwischen 2014-2016

3.4.13.3 Entwicklungszustand der Gehölzvegetation

Methodisches Vorgehen

Die tagesgenaue Aufnahme der Wildunfälle in den gesamten Landkreisen ermöglichte eine Zuordnung der Unfälle zu den (nicht gleichlangen) Phasen Blattaustrieb, Belaubung, Laubfall und Vegetationsruhe. Informationen zum Zustand der Vegetation wurden den allgemeinen Daten des Deutschen Wetterdienstes entnommen und variieren in unseren Breiten mit dem Trend, dass der phänologische Frühling früher, d. h. etwa am 24. März und der phänologische Winter später, d.h. ca. am 04. November beginnt (BfN 2014). Dieser Zeitraum ist auch für den Laubfall und Blattaustrieb bei Bäumen ausschlaggebend. Der Laubfall wird durch den Beginn des Fruchtfalls der Stieleiche eingeläutet (DWD 2014), während der Beginn der Vegetationsperiode mit dem Beginn der Blüte bei der Forsythie einsetzt, die ab Ende März beginnt (DWD 2018).

Befund

Wildunfälle während des belaubten Zustandes machten 36 % (n=1015) der Gesamtwildunfallzahl aus. Die Länge dieser Periode lag im Analysezeitraum bei 27 %.

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Während des Laubfalls (17 % des Untersuchungszeitraums) wurden 11 % der Wildunfälle gemeldet (n=326). Im entlaubten Zustand (50 % des Untersuchungszeitraums) wurden 47 % der Wildunfälle verzeichnet (n=1326). Der kürzeste Zeitraum und auch jener mit den geringsten Unfallzahlen war die Phase des Blattaustriebs (6 % des Untersuchungszeitraums mit 6 % der Wildunfälle (n=180) (vgl. Abb. 29).

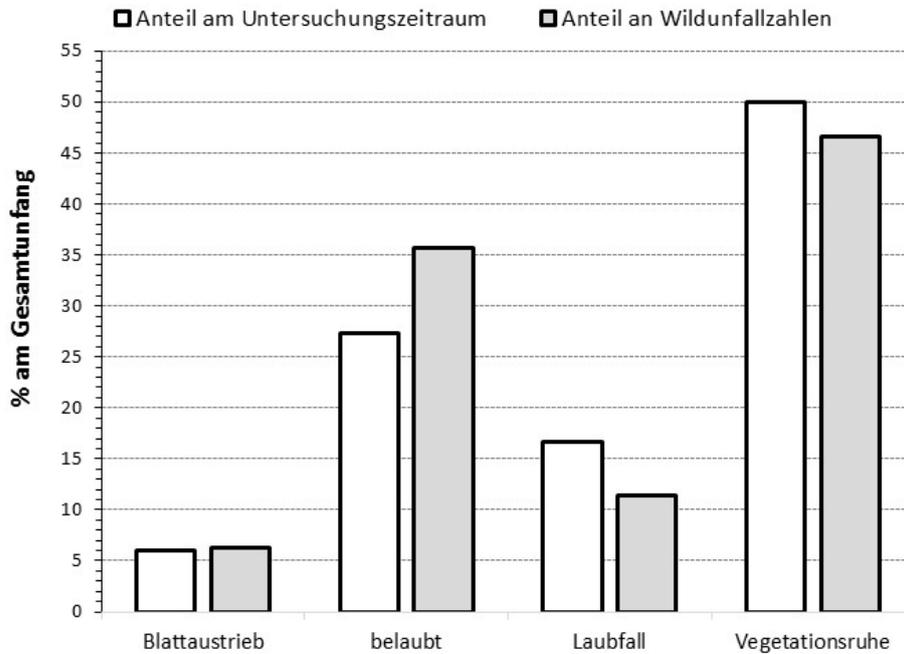


Abbildung 29: Zustand der Bäume bei Wildunfällen im ersten Untersuchungsjahr in den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill

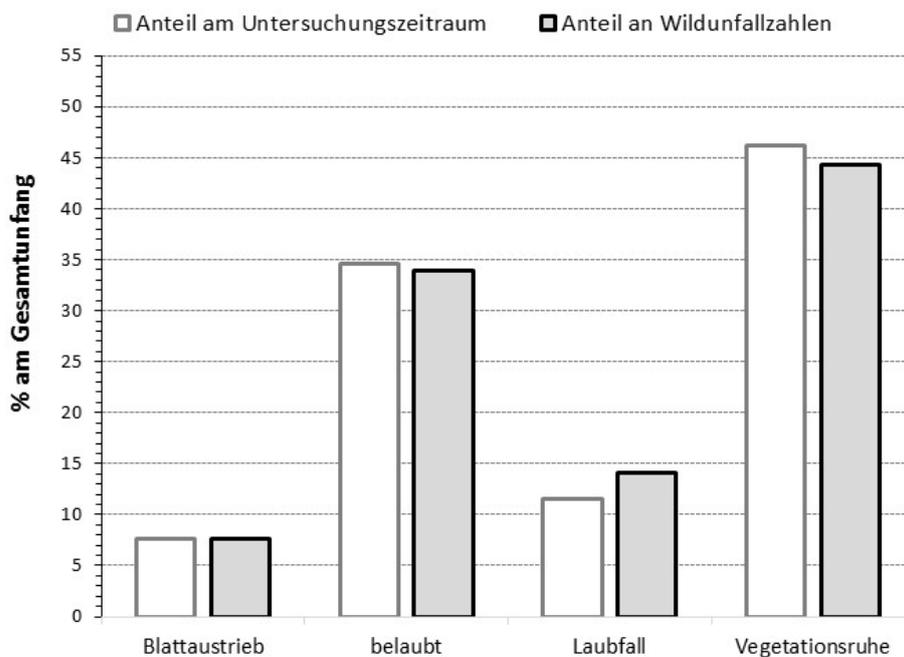


Abbildung 30: Zustand der Bäume bei Wildunfällen im ersten Untersuchungsjahr in den Landkreisen Höxter und Kassel

Dieses Muster zeigte sich auch in den Landkreisen Höxter und Kassel. Auch dort ereigneten sich die meisten Wildunfälle im laublosen Zustand (44 %), der einen ähnlich großen Anteil am Beobachtungszeitraum hatte (46 %). Im belaubten Zustand (35 % des Untersuchungszeitraums) wurden 34 % der Wildunfälle gemeldet. Geringere Zahlen fanden sich auch hier während des Laubfalls (14 %) und des Blattaustriebs (8 %), welche 12 % und 8 % des Beobachtungszeitraums ausmachten. (vgl. Abb. 30).

3.4.13.4 Nutzungsform und landwirtschaftliche Anbauten

Methodisches Vorgehen

In Anlehnung an die Masterarbeit von Brockhaus (2017) wurden in einer 500 m breiten Pufferzone (vgl. Abb. 31) um die Teststrecken unter Nutzung verschiedener digital vorliegender Informationen (Daten der Vermessungsämter, der Landwirtschaftsverwaltung und des Deutschen Wetterdienstes) flächenscharf die verschiedenen Nutzungsformen erfasst und die landwirtschaftlichen Anbaufrüchte 2015 und 2016 bestimmt. Aus diesen Informationen ließen sich Diversitätsmaße der Landnutzung errechnen und den Wildunfallhäufigkeiten gegenüberstellen.

Die Punktdaten der Wildunfälle entstammten den von der Polizei zur Verfügung gestellten und im Vorhergehenden (Kapitel 3.3) bereits eingehend beschriebenen Meldungen für die Jahre 2015 und 2016. Im Einzelnen lagen für jeden Wildunfall Informationen über die beteiligte Wildart, Name und Koordinaten der Straße, Datum und Uhrzeit, Details zu den Licht- (Tageslicht, Dämmerung oder Dunkelheit) und Straßenbedingungen (nass oder trocken) vor.

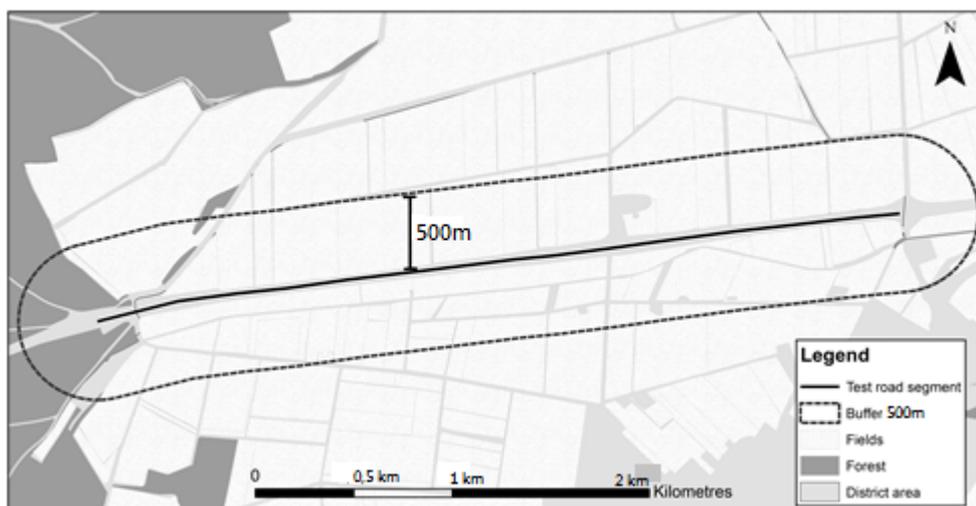


Abbildung 31: Pufferstreifen zur Erfassung der Nutzungsform und landwirtschaftlichen Anbaufrüchte

Durch die Identifizierung von Landnutzung-Kategorien wurde ein möglichst genaues Bild der die Teststrecken umgebenden Landschaft erstellt. Die Geodaten zur landwirtschaftlichen Bodennutzung (InVeKos) wurden durch das Servicezentrum für landwirtschaftliche Hilfe und ländliche Entwicklung (SLA) bereitgestellt. Landwirte sind verpflichtet, für EU-Agrarsubventionen geobasierte Informationen ihrer landwirtschaftlichen Parzellen bereitzustellen. Zu diesem Zweck muss jeder landwirtschaftliche Betrieb die Abgrenzung seiner Parzellen und der bebauten Felder und Weiden seines Besitzes in einer Karte einer Codenummer zuordnen, die Informationen über die Art des Anbaus enthält. Zusätzlich bieten die Daten-Portale einen Datensatz mit digitalisierten Landschaftselementen wie Feldränder, Feldgehölze und Feldhecken, soweit sie im Antrag auf Gewährung von Agrarsubventionen relevant sind. Die Formdateien, die die oben genannten Daten enthalten, können geografisch verarbeitet werden. Des Weiteren stellt das Grundbuchamt, Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, sowie die regionale Direktion Northeim (LGLN) digitale Katastergeodaten (Polygonzüge) zur Verfügung. Der digitale Datensatz der Landnutzungsmuster der Landkreise enthält nicht nur Informationen über landwirtschaftliche Flächen (Felder, Weiden, Brachland), sondern auch über Waldflächen (Laub-, Misch- und Nadelwald) und Gehölze.

Für die Registrierung von landwirtschaftlichen Flächen in der Umgebung der Teststraße wurden die Teststrecken in ArcGIS in einem Umkreis von 500 m gepuffert. Die Ursprungsdatei (InVeKos) enthält alle landwirtschaftlich relevanten Flächeninformationen und wurde als Eingabe-Feature festgelegt, während die Shape-Datei die Puffer-Polygone (Teststrecken 500 m) alle Informationen der Teststrecken enthält. Beide Datensätze wurden mit der „Clip“-Funktion und „Intersect“ verschnitten. Daraus entstand eine neue Feature-Class mit landwirtschaftlichen Flächen nur in den Puffergebieten (InVeKos 500 m). Die neue Feature-Class Tabelle enthält durch das Verschneiden sowohl die Informationen der Codenummern (z.B. d. h. der angebauten Kulturpflanzen) und Informationen jedes einzelnen Polygons der Teststrecken. Um landwirtschaftliche Subventionen zu beantragen können 115 Codenummern verwendet werden. Um die damit verbundene sehr hohe Zahl an Anbaufrüchten bzw. Kombination von Kulturpflanzen mit Blick auf die Auswertung sinnvoll einzuschränken (ansonsten lägen Anbauformen vor, die innerhalb nur eines oder weniger Puffer vorkommen und damit nicht auswertbar wären), wurden die Codes zu 21 Untergruppen und 11 Hauptgruppen aggregiert. Diese Gruppen fassen Kulturen mit ähnlicher Wuchsform, funktionalen Eigenschaften, Ernährungseigenschaften, oder phänologischen Eigenschaften zusammen. Die Gruppen wurden anschließend zu der Tabelle mit Attributen der Teststrecken hinzugefügt. Die Gruppen von Ölsaaten und Frühlingsraps waren dabei nur im Jahr 2015, die Gruppe der Sommergetreide ohne Weizen nur im Jahr 2016 vertreten. Die Feature-Class „InVeKos 500 m“ enthielt schließlich 5

Merkmalsklassen der verschiedenen Landnutzungsformen (Wald, landwirtschaftliche Nutzfläche, Offenland, Landschaftselemente, Gehölze). Daneben lag eine Feature-Class mit Industriegebieten vor.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) sammelt durchgängig phänologische Daten, unterstützt von einem Netzwerk von Freiwilligen. Phänologische Beobachtungen umfassen Aufzeichnungen zu Pflanzenentwicklungsstadien (phänologische Stadien) von Wildpflanzen und Ackerkulturen. Die verschiedenen Stadien von Wildpflanzen und von Ackerkulturen üben auf das Wild eine unterschiedlich starke Anziehungskraft aus. So sind je nach Längenwachstum, Blüte, Reifegrad und Ernte Anbaufrüchte hinsichtlich Nahrung und Verstecken unterschiedlich attraktiv (Dietrich, 1984; Santos et al. 2004). Phänologische Daten stehen der Öffentlichkeit zur Verfügung und können als Textdateien aus dem Rechenzentrum (CDC) des DWD heruntergeladen werden. Diese Daten wurden verwendet, um zu prüfen, ob bestimmte phänologische Perioden Einfluss auf das Interesse von Wild an Kulturpflanzen haben und damit die Anzahl der Wildunfälle in bestimmten Zeiten des Jahres beeinflussen. Zur Definition phänologischer Stadien wurden ausschließlich DWD-Jahresberichtsdaten verwendet, da diese einer Qualitätskontrolle unterzogen sind.

Um die Vielfalt der angebauten Kulturpflanzen und Landnutzungsformen rund um die einzelnen Teststrecken zu quantifizieren, wurde der Diversitätsindex nach Shannon-Weaver(H) verwendet (Remmert 1992). Der Index berechnet sich wie folgt:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln p_i \quad \text{mit } p_i = \frac{n_i}{N}$$

wobei H die Feldfrucht-Diversität in einem Pufferpolygon darstellt, S die Gesamtzahl der Kulturpflanzen, p_i den Flächenanteil einer Kulturpflanze auf der Gesamtfläche der Felder, n_i die Fläche einer Kulturpflanze i in einem Polygon [ha] und N die Gesamtfläche der Felder [ha]. Gemeinhin wird der Index nach Jost (2006) zu besserer Interpretierbarkeit und um statistische Tests zu ermöglichen über e^H konvertiert. Die resultierende Zahl beschreibt die Zahl an unterschiedlichen Anbaufrüchten je Polygon bei gleicher Flächenaufteilung.

Befund

Die unterschiedlichen Anteile der Landnutzungsstrukturen innerhalb der Pufferzonen von 500 m entlang der Teststraßen wurden mit den von der Software ArcGIS erzeugten Datensätzen für die Jahre 2015-2016 generiert. Daraus wurden digitalisierte Karten für die Umgebung der Pufferzone entlang der Teststrecken abgeleitet (Abb. 30). Bei der Digitalisierung mit ArcGIS wurde versucht, mindestens 70% der Landnutzungskategorien jeder Pufferzone zu charakterisieren. Allerdings beinhalteten einige wenige Pufferzonen auch große Siedlungsgebiete. Im Folgenden werden alle Kulturpflanzen und weitere

Landnutzungsformen dargestellt, die im Mittel >3 % der Polygon-Fläche innerhalb des jeweiligen Landkreises einnahmen (Tabelle 2).

In den Landkreisen Göttingen und Kassel machten Laubwälder den Großteil der Landnutzungsform im 500 m Radius um die Teststrecken aus (Tab. 2). Dauergrünland nimmt in den Landkreisen Höxter, Kassel und in Göttingen ähnliche Werte (16-17 %) ein, während im Lahn-Dill-Kreis ein geringerer Wert festzustellen ist (Tab. 2). Bei den Kulturpflanzen macht vor allem Winterweizen, im Lahn-Dill Kreis auch Wintergerste den Großteil der Polygonflächen aus. Die bei gleicher Verteilung reale Zahl der unterschiedlichen Anbaufrüchte e^H lag in den vier Landkreisen zwischen $5,26 \pm 1,39$ (Kassel), $5,47 \pm 1,49$ (LDK), $6,55 \pm 1,49$ (Göttingen) und $6,89 \pm 1,58$ (Höxter).

Tabelle 2: Prozentuelle Anteil der Landnutzungsform, bzw. Kulturpflanzen >3 % an der Fläche im 500 m Radius um die Teststrecken, gemittelt nach Landkreisen (Mittelwert \pm Standardabweichung).

| | Göttingen | LDK | Höxter | Kassel |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Abbau-, Park-, und Freizeitflächen | 8,91 \pm 7,08 | 3,40 \pm 4,69 | 4,41 \pm 0 | |
| Dauergrünland | 15,96 \pm 11,72 | 10,82 \pm 8,85 | 17,3 \pm 13,13 | 17,66 \pm 12,65 |
| Gewässer und Feuchtbiotope | 3,13 \pm 1,96 | 5,70 \pm 5,84 | | 3,69 \pm 0 |
| Grünland-, Heide-, Brandflächen | 6,25 \pm 0 | | | |
| Laubwälder | 27,15 \pm 21,64 | | | 20,88 \pm 12,15 |
| Mais | 6,18 \pm 5,68 | 9,91 \pm 8,19 | 7,05 \pm 6,46 | 5,91 \pm 4,79 |
| Mischwälder | 10,36 \pm 10,28 | 4,28 \pm 4,26 | 4,90 \pm 1,19 | |
| Nadelwälder | 8,82 \pm 9,10 | 7,34 \pm 6,18 | 6,16 \pm 7,83 | 6,54 \pm 6,70 |
| nicht bewässertes Ackerland | 6,59 \pm 4,04 | | 7,14 \pm 4,29 | 12,27 \pm 5,17 |
| Rüben | 5,23 \pm 7,19 | 8,88 \pm 8,56 | 4,75 \pm 5,01 | 3,10 \pm 2,86 |
| Siedlungs- und Verkehrsflächen | 7,41 \pm 5,82 | 12,14 \pm 10,46 | 5,71 \pm 3,42 | 7,35 \pm 6,95 |
| Sommergerste | | 17,18 \pm 9,75 | | |
| sonstige Ölsaaten | 3,43 \pm 0 | | | |
| sonstiges Ackerland | | | | 3,72 \pm 0 |
| Wald-Strauch-Übergangsstadien | 3,19 \pm 4,30 | 16,16 \pm 18,92 | 4,20 \pm 4,48 | |
| Wildäsungsflächen | | 4,38 \pm 5,85 | | |
| Wintergerste | 6,41 \pm 3,83 | 15,60 \pm 12,21 | 7,61 \pm 5,14 | 7,21 \pm 4,09 |
| Winterraps | 6,92 \pm 5,15 | | 4,90 \pm 5,24 | 6,70 \pm 6,06 |
| Winterroggen | | 5,07 \pm 4,34 | | |
| Winterweizen | 18,93 \pm 10,46 | 7,74 \pm 5,57 | 26,59 \pm 24,92 | 17,42 \pm 6,57 |

3.4.13.5 Wildverbiss

Methodisches Vorgehen

Die Dichte an Rehwild ist unter anderem ausschlaggebend dafür, wie stark die Waldverjüngung eines ein Waldbestand verbissen wird (Ward et al. 2008, Chevrier et al. 2012). Daher lässt mit großer Wahrscheinlichkeit ein hoher Wildverbiss auf eine hohe Wildtierdichte schließen. Insbesondere das Rehwild deckt einen großen Teil seines Bedarfs an Nahrung mit Pflanzen aus dem Wald (Kloetzli 1965). Besonders im Winter ist die Äsung an Sträuchern und Forstpflanzen essentiell (Kurt 1977). Um die Rehwilddichte bzw. die Verweildauer einer Rehwildpopulation innerhalb eines Waldbestandes grob einschätzen zu können, eignet sich eine Verbisskartierung. Neben der Randzone von Laubmischwäldern – in der sich Rehwild bevorzugt aufhält – dienen ihm auch offene Flächen, wie beispielsweise Wiesen als Lebensraum (Hülsmann 1998). Besonders während den Nachtstunden sucht das Rehwild vermehrt waldfreie Flächen auf, wodurch es häufiger zu Überquerungen von Straßen kommt (Hothorn et al. 2015, Mysterud et al. 1999). So überqueren Rehe Straßen mit niedrigem Verkehrsaufkommen regelmäßig, die durch ihren etablierten Lebensraum führen (Putman 1997). Besonders hoch ist die Gefahr für Wildunfälle, wenn Straßen durch einen traditionellen Wildwechsel führen (Hülsmann 1998). Angesichts des Umstands, dass der Waldanteil an den Teststrecken relativ niedrig, der Aufwand für Verbissuntersuchungen aber relativ hoch ist, wurden im Landkreis Göttingen im Rahmen studentischer Arbeiten zunächst orientierende Untersuchungen durchgeführt.

Anhand der Unfalldaten der Polizei, Dienststelle Göttingen, wurden die Straßen des Landkreises Göttingen in verschiedene Risikoklassen eingeteilt: Auf einer Strecke mit hohem Risiko fanden in den vergangenen Jahren gehäuft Autounfälle mit Wildtieren statt, d.h. im Zeitraum von 2011- 2013 zwischen neun und elf Unfälle. Auf einer Strecke mit geringem Risiko ereigneten sich in dem genannten Zeitraum keine Kollisionen zwischen Wildtieren und Autos. Anhand dieser zwei Klassen wurden jeweils fünf Waldbestände an Straßen mit hohem Unfallrisiko und fünf Waldbestände an Straßen mit geringem Unfallrisiko für die Verbisskartierung ausgewählt. Die Straßen mit hohem Unfallrisiko waren Landesstraßen (L) oder Bundesstraßen (B), wohingegen die Straßen mit geringem Unfallrisiko Kreisstraßen (K) waren.

Ziel jeder Kartierung war die Aufnahme von vier parallelen Transekten, die das gesamte Waldgebiet abdeckten und gleiche Abstände zueinander aufwiesen. In jedem Transekt wurde an vier Punkten der Verbiss aufgenommen, wobei der erste Punkt 25 Meter, der zweite Punkt 50 Meter, der dritte Punkt 75 Meter und der vierte Punkt 100 Meter auf gerader Linie von der Straße in Richtung Wald entfernt lag. Mittels eines GPS-Geräts (Firma Garmin, GPmap 62st) wurden die ausgesuchten Punkte vor Ort im Wald aufgesucht. War in einem Punkt keine Naturverjüngung zu finden, wurde dies vermerkt und der nächste Punkt im

Transekt kartiert. Verließ die Straße in west-östlicher Richtung, so wurden die Punkte auf einer Linie Richtung Norden bzw. Süden ausgerichtet. Verließ die Straße in süd-nördlicher Richtung wurden die Punkte auf einer Linie Richtung Osten bzw. Westen ausgerichtet. Jeder Aufnahmepunkt umschloss eine Fläche von vier Quadratmetern. Es wurden nur solche Punkte aufgenommen, die mindestens vier verholzte Pflanzen aufwies. Die verholzten Pflanzen wurden in drei Höhenklassen eingeteilt (bis 20 cm, 21-50 cm, 51-130 cm). An jedem Aufnahmepunkt wurde die Gesamtanzahl der Naturverjüngung und der Verbiss an den Bäumchen aufgenommen (Leittrieb- und Seitentriebverbiss). Es wurde aktueller Rehwildverbiss von altem Verbiss durch diese Wildart und von Hasenverbiss unterschieden.

Befund

Das Leittriebverbissprozent in den Waldbeständen an Straßen mit niedrigem Unfallrisiko unterschied sich statistisch nicht signifikant zwischen den verschiedenen Entfernungen zur Straße. In gleicher Weise unterschied sich auch das Leittriebverbissprozent zwischen Straßenabschnitten mit hohem Risiko für Wildunfälle statistisch nicht von jenen mit niedrigem Unfallrisiko (Kruskal-Wallis: $p = 0,676$). So waren im Durchschnitt in Waldbeständen an Straßen mit geringem Unfallrisiko ($n=65$) ca. 67 % der holzigen Pflanzen zwischen 0 m und 1,30 m verbissen. In Beständen an Straßen mit hohem Unfallrisiko ($n=59$) waren im Mittel 55 % der Pflanzen innerhalb derselben Größenklasse verbissen. Keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zeigten sich an den insgesamt 12 untersuchten bewaldeten Strecken im Landkreis Göttingen zwischen der Zahl verbissener Pflanzen als potentieller Indikatorwert für die Aufenthaltszeit von Schalenwild in Straßennähe und der Entfernung von der Straße (Abb. 32a). Gleiches gilt für die Gegenüberstellung der Zahl verbissener Pflanzen und der Unfallhäufigkeit (Abb. 32b).

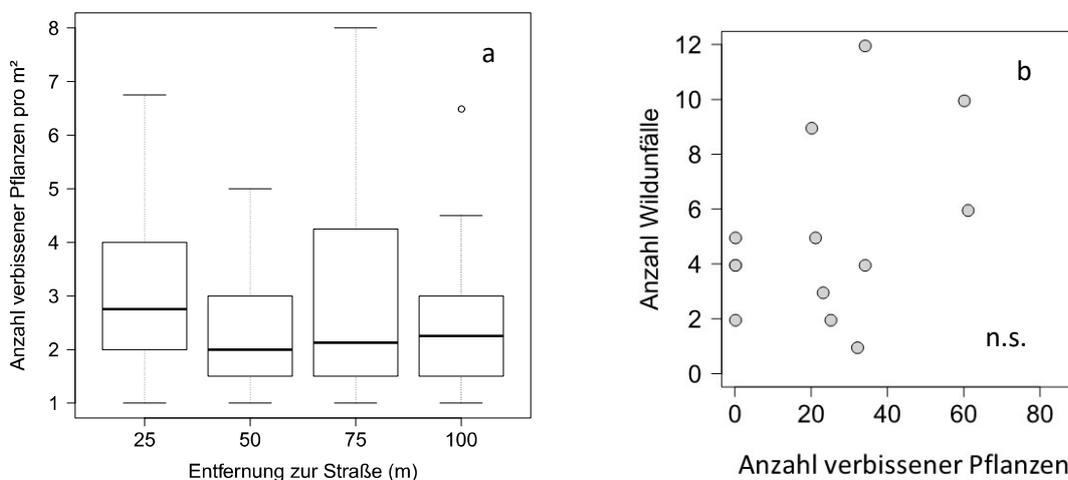


Abbildung 32: Anzahl verbissener Pflanzen als potentieller Indikatorwert für Aufenthaltszeit in Abhängigkeit der Entfernung zur Straße für 12 bewaldete Teststrecken im Landkreis Göttingen (a) und Scatterplot der Anzahl verbissener Pflanzen und der Anzahl Wildunfälle (b) im Jahr der Aufnahme.

Diese Ergebnisse legen zweierlei nahe. Zum einen scheint die Nähe zu Straßen für Schalenwildarten, deren Nahrungsspektrum Gehölze umfasst, kein Kriterium zu sein, das Verbiss weniger wahrscheinlich macht. Zum zweiten ist die Verbissbelastung und damit vermutlich die Populationsdichte des Wildes so hoch, dass sich Unterschiede in der Unfallhäufigkeit in vorrangig nicht durch eine je Streckenabschnitt unterschiedliche Populationsdichte, sondern vielmehr durch andere Einflussfaktoren erklären lassen. Vor diesem Hintergrund und da viele Teststrecken keinen oder einen sehr geringen Waldanteil aufweisen (vgl. Tab. 2), wurde für die Landkreise Lahn-Dill, Höxter und Kassel auf Verbissaufnahmen verzichtet.

3.4.13.6 Aktivitätszeiträume bei Reh-, Rot-, und Schwarzwild

Methodisches Vorgehen

Die Paarungs- und Setzzeit sind im Leben von Reh-, Rot- und Schwarzwild energetisch aufwendige Zeiträume. Neben der Häufung an Wildunfällen in den dunklen Jahreszeiten aufgrund der Sichtverhältnisse wird angenommen, dass in der Paarungs- und Setzzeit ein erhöhtes Aufkommen an Wildunfällen aufgrund von Unaufmerksamkeit und Naivität seitens der Wildtiere zu erwarten sei. Bei Rehwild findet die Setzzeit zwischen Mai und Juni, die Paarungszeit zwischen Mitte Juli-Mitte August statt (Frey-Roos 2009). Die in diesen Zeiten registrierten Wildunfälle in den gesamten Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill im Jahr 2015 wurden diesen Zeiträumen relativ zu deren Anteilen im Untersuchungszeitraum gegenübergestellt.

Befund

Wie sich zeigt, sind vor allem in der Paarungszeit und hierbei vor allem beim Schwarzwild mehr Wildunfälle zu beklagen, als es die Länge des betreffenden Zeitraums erwarten lassen würde. So nimmt die Paarungszeit beim Rehwild 6 % des Untersuchungszeitraums ein. Während dieser Zeit finden 12 % der Wildunfälle mit Rehwild statt (Abb. 33).

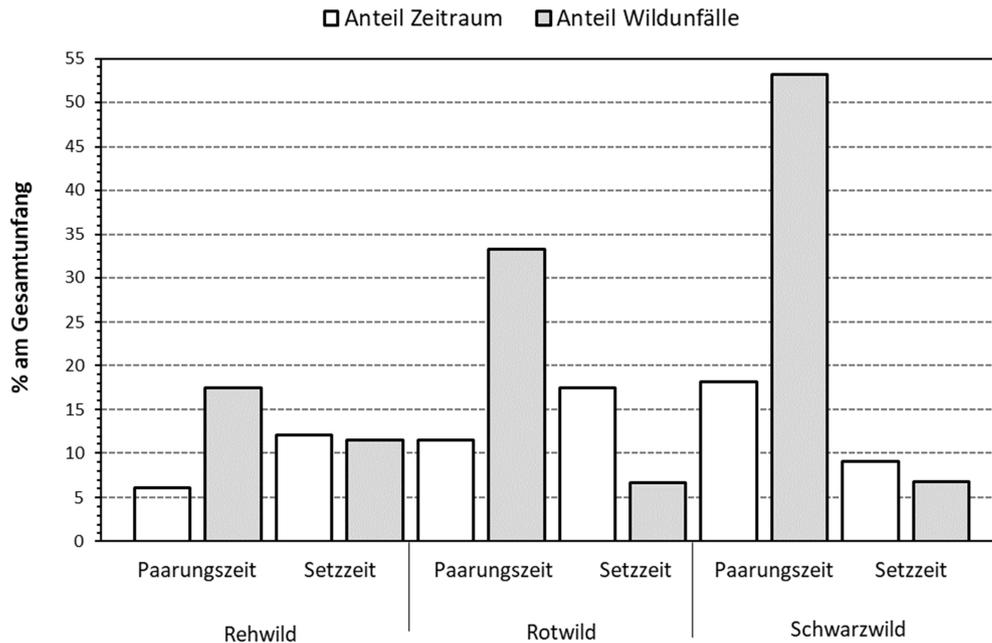


Abbildung 33: Anteil der Paarungs- und Setzzeit bei Reh-, Rot- und Schwarzwild an der Länge des Untersuchungszeitraums (Anteil Zeitraum) bzw. an der Gesamtzahl der Wildunfälle (Anteil Wildunfälle) im ersten Untersuchungsjahr in den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill.

Die entsprechenden Zahlen für Rot- und Schwarzwild liegen bei 12 % zu 33 % und 18 % zu 53 %. Im Gegensatz dazu scheinen Setzzeiten hinsichtlich des Unfallrisikos keine besondere Bedeutung zu spielen. Die beim Rehwild ebenfalls anteilmäßig leicht erhöhten Unfallzahlen während der Setzzeit könnten damit begründet werden, dass zeitgleich vor allem männliche Rehe ihre Territorien eingenommen haben und Konkurrenten vertreiben, was zu einer erhöhten Aktivität und Unachtsamkeit dieser Tiere führt.

3.5. Statistische Auswertung

3.5.1. Prüfung der Nichtwirksamkeit der Wildwarnreflektoren

Der vorliegende Versuch stellt eine randomisierte Crossover-Studie dar (Jones und Kenward 2014). Er dient dazu die Hypothese zu testen, dass Wildwarnreflektoren Wildunfälle nicht um einen relevanten Betrag reduzieren können. Als Ergebnis wurde die Anzahl der Wildunfälle definiert, die im Laufe eines Jahres für ein bestimmtes Straßensegment gemeldet wurden. Bei dieser Art von Experiment trägt jedes Straßensegment (die unabhängige Beobachtungseinheit) zweimal zur beobachteten Anzahl von Wildunfällen bei; in einem Jahr mit Wildwarnreflektor (aktive Behandlung) und in einem Jahr ohne Wildwarnreflektoren (passive Kontrolle). Die Behandlungssequenz (+, - versus -, +) wurde durch Block-Randomisierung bestimmt. Dadurch wurde sichergestellt, dass die gleiche Anzahl von Straßensegmenten den zwei möglichen Behandlungssequenzen zugewiesen wurde. Der Behandlungsparameter für die confirmatorische Primäranalyse wurde definiert als das

Verhältnis der erwarteten Wildunfallzahl pro Kilometer Straße mit aktiver Behandlung und der zu erwarteten Wildunfallzahl pro Kilometer der passiven Kontrolle ("Wildunfallverhältnis"). Eine relevante Reduzierung von Wildunfällen durch Reflektoren wurde *a priori* durch eine Überlegenheitsmarge von 90% definiert. Dies bedeutet, dass von einer Wirksamkeit der Reflektoren ausgegangen wurde, wenn eine Reduzierung der Unfälle um mehr als 10% erfolgte, was einem Wildunfallverhältnis von weniger als 0,9 entspricht. Die Nullhypothese einer so definierten relevanten Überlegenheit würde demnach zugunsten der Nicht-Überlegenheitshypothese zurückgewiesen, wenn die untere Grenze eines zweiseitigen 95%-Profil-Konfidenzintervalls für das Wildunfallverhältnis größer als 0,9 wäre oder äquivalent dazu, wenn die einseitige Nullhypothese eines Wildunfallverhältnisses $<0,9$ auf einem Niveau von $\alpha = 2,5\%$ verworfen werden.

Die Stichprobengröße von $N = 151$ Straßenabschnitten mit einer Gesamtlänge von 294,83 km wurde durch Simulationsexperimente mit einer *a priori* spezifizierten Leistung von 80 % geplant. Die primäre Bestätigungsanalyse wurde mit einem Log-Link-Poisson-Mischmodell mit normal verschachtelten Zufallsabschnitten des Beobachtungsjahres im Straßensegment durchgeführt (Jones und Kenward, 2014). Die zufällige Zuweisung der Abschnitte je Behandlung und Jahr trug dem Cross-Over-Design Rechnung. Das Modell beinhaltet den Logarithmus der Straßensegmentlängen in km als Offset, so dass die Modellparameter auf der Exponentialskala als multiplikative Änderungen des Wildunfallverhältnisses interpretiert werden konnten. Ein möglicher Carry-Over-Effekt der Wirksamkeit von Reflektoren (in den Fällen in denen im ersten Jahr ein Reflektor angebracht war und im zweiten Jahr nicht) wurde getestet, indem das Akaike-Informationskriterium (AIC) von Modellen mit und ohne Anpassung für die Sequenz (+, -) verglichen wurde. Das gleiche Poisson-Mischmodell wurde in einer sekundären Analyse auch für die Anzahl von Wildunfällen mit Rehwild, Rotwild, Damwild, Wildschweinen und die Anzahl von Zusammenstößen mit anderen Wildarten getrennt getestet. Weitere Sekundäranalysen wurden mit dem Ziel durchgeführt, mögliche Abweichungen vom Gesamtbehandlungseffekt einer Wirksamkeit/Nichtwirksamkeit zu untersuchen. Damit sollte getestet werden ob sich durch Variablen, die die Form des Straßensegments oder der angrenzenden Umgebung beschreiben Änderungen im Gesamtergebnis ergeben. Dazu wurde das erwähnte Poisson-Mischmodell verwendet, ergänzt um zusätzliche Haupt- und Behandlungs-Interaktionseffekten. Zur Schätzung simultaner 95% -Konfidenzintervalle die Multiplizität berücksichtigen, wird auf Hothorn et al.(2008, Paket multcomp, Version 1.4-8) verwiesen. Alle Analysen wurden unter Verwendung der Statistiksoftware R durchgeführt (R Core Team, 2018, Version 3.4.3); gemischte Modelle wurden unter Verwendung des Zusatzpakets lme4 (Bates et al., 2015, Version 1.1-15) berechnet.

3.5.2. Prüfung des Einflusses von Umgebungsvariablen auf die Unfallhäufigkeit

In der vorliegenden Untersuchung wurden neben der Unfallhäufigkeit an jeder Teststrecke eine Vielzahl zusätzlicher Einflussgrößen erfasst (vgl. Kapitel 3.4). Deren Einfluss wurde statistisch geprüft, wobei hierzu alle Unfälle die sich auf den Teststrecken zwischen September 2014 und Oktober 2017 ereignet hatten, in einer Analyse auf ihre Abhängigkeit von den in Tabelle 3 gelisteten Variablen untersucht wurden. Dies bedeutet, dass in diese Analyse sowohl Strecken mit als auch ohne Reflektor eingingen, da die Hypothese einer Nichtwirksamkeit der Reflektoren nicht abgelehnt werden konnte (vgl. Kapitel 4.2). Insgesamt standen für die 151 Streckenabschnitte (mit insgesamt 294,82 km Länge) über 160 potentielle Einflussvariablen zur Verfügung, die auf der Grundlage der beiden folgenden Kriterien auf 60 reduziert wurden (45 davon metrisch und 15 faktoriell, siehe Tabelle 3). Diese Kriterien waren zum einen die Relevanz der betreffenden Variable und die Zahl der Beobachtungen (Streckenabschnitte), für die diese Variable vorlag. Zur Ersten Kategorie ausgeschlossener Variablen gehörten Faktoren, die keinen Bezug zur Umgebung der Teststrecken aufwiesen (z. B. Informationen dazu welcher Reflektor wann angebracht wurde). Zur zweiten Kategorie gehörten Variablen für die nur <5 Beobachtungen vorlagen, da die geringe Anzahl bei der Modellanpassung Probleme bereitet und keine sinnvollen Ergebnisse ergeben hätte. Aus demselben Grund wurden weitere Anpassungen vorgenommen. Dazu wurden solche Variablen, die von der Länge der Teststrecke abhängig waren (z. B. die Fläche einer Feldfrucht) standardisiert, indem man sie durch die Länge der Strecke teilte. Zudem wurden alle zweistufigen faktoriellen Variablen mit 0 (nein) und 1 (ja) kodiert. Auch die Zeit, zu der Unfälle passierten, musste standardisiert werden, die die Aufnahmen sowohl zur mitteleuropäischen Sommer- (MESZ) als auch Winterzeit (MEZ) durchgeführt wurden. Als Referenzzeit wurde die MEZ gewählt. Insgesamt wurden vier Datensätze analysiert: (a) ein Datensatz mit allen Wildunfällen, (b) ein Datensatz mit allen Wildunfällen durch Reh-, Rot-, und Damwild, (c) ein Datensatz mit allen Wildunfällen durch Wildschweine, (d) ein Datensatz mit Wildunfällen durch alle anderen Tierarten außer den unter (b) und (c) genannten.

Da es sich bei den Wildunfällen als Response-Variable um positive ganzzahlige Zahlen handelt, wurde für alle Analysen ein Poisson Regressionsmodell mit einem logarithmischen Offset verwendet, der der unterschiedlichen Länge der Teststrecken (l) Rechnung trägt:

$$\log(E(Y|x)) = \log\left(\frac{l}{1000}\right) + x^T \beta$$

Die linke Seite der Gleichung beschreibt hierbei den bedingten Erwartungswert der Responsevariablen (Unfallzahlen je Teststrecke). Der erste Term der rechten Seite der

Gleichung betrifft den Offset, mit dessen Hilfe die Modellparameter als multiplikative Änderung des Unfallverhältnisses interpretiert werden können (Hothorn et al. 2015). Der zweite Term besteht aus dem kovariaten Vektor x^T multipliziert mit dem Koeffizienten β . Um potentielle Risikofaktoren zu identifizieren wurden drei verschiedene Ansätze verfolgt: generalisierte lineare Modellbäume, sowie generalisierte lineare- und additive Boost-Funktionen. Nur die beiden zuletzt genannten schätzen den Parameter β . Die generalisierten linearen Modellbäume suchen den instabilsten Parameter eines Regressionsmodells (Zeileis et al. 2008) und identifizieren einen Grenzwert, ab dem die erklärende Variable eine Teilung des Datensatzes im Hinblick auf die abhängige Variable nahelegt. Instabilität bedeutet in diesem Zusammenhang die systematische Abweichung der Score-Funktion vom Mittelwert 0. Dies wird wiederholt um alle möglichen Instabilitäten zu identifizieren (Hothorn and Zeileis 2015). Im vorliegenden Fall stand eine große Zahl an potentiellen Einflussfaktoren einer relativ kleinen Zahl an Beobachtungen gegenüber, was die Verwendung von generalisierten linearen- und additiven Boost-Funktionen nahelegte, die sich für solche Verhältnisse eignen (Hothorn et al. 2006), da sie durch Iteration eine Variablenselektion durchführen indem die Effekte jeder erklärenden Variable gegen 0 geschrumpft werden um das am besten passende Modell zu finden (Hofner et al. 2014). Der Unterschied zwischen den beiden Funktionen liegt in der Fähigkeit der additiven Funktion nicht-lineare Beziehungen höheren Grades abzubilden, was bei der Boost-Funktion nicht der Fall ist. Um bei Verwendung der Boostfunktion zu einer sinnvollen Selektion von erklärenden Variablen zu kommen wurde eine Überkreuzvalidierung durchgeführt mit der die optimale Zahl von Boost-Iterationen bestimmt werden kann (Hothorn et al. 2006, Mayr et al. 2012). Eine 0 als optimale Zahl würde bedeuten, dass kein Risikofaktor identifiziert werden konnte. Sämtliche Analysen wurden mit der Programmiersprache R (R Development Core Team, 2008) unter Nutzung von Basispaketen und folgenden zusätzlichen Programmpaketen durchgeführt: RColorBrewer, reporttools, xtable, xlsx, readxl, partykit, mboost, lubridate, suncalc and memsic.

Tabelle 3: Variablen die potentiell Einfluss auf die Häufigkeit von Wildunfällen je Teststrecken haben (0/1 steht für ja/nein, Stufen für Kurvigkeit, siehe 3.3.6; Stufen für Anzahl der Fahrbahnen 1, 1-2, 2, 2-3, 2 und Standstreifen, 3 und Standstreifen;) Stufen für Straßenraumbreite, siehe 3.3.8)

| Nr. | Variable | Einheit | Median | Range | Anzahl 0 oder 1 |
|-----|-----------------------------|------------------|---------|--------------------|-----------------|
| 1 | Streckenlänge | m | 2036,43 | 960,48 bis 2552,78 | |
| 2 | Parkplatz | 0/1 | | | 0: 101; 1: 50 |
| 3 | Streckenlänge mit Feld/Feld | m (je m Strecke) | 0.68 | 0 bis 1.0 | |
| 4 | Streckenlänge mit Feld/Wald | m (je m Strecke) | 0.10 | 0 bis 1 | |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| Nr. | Variable | Einheit | Median | Range | Anzahl 0 oder 1 |
|-----|-----------------------------|----------------------|--------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Streckenlänge mit Wald/Wald | m (je m Strecke) | 0 | 0 bis 1 | |
| 6 | Waldanteil | % | 16,49 | 0 bis 100 | |
| 7 | Fahrradweg | 0/1 | | | 0: 107, 1: 44 |
| 8 | Pfad | 0/1 | | | 0: 80, 1: 71 |
| 9 | Fußweg | 0/1 | | | 0: 111, 1: 40 |
| 10 | Brücke | 0/1 | | | 0: 120 1: 31 |
| 11 | Tunnel | 0/1 | | | 0: 124, 1: 27 |
| 12 | Bach | 0/1 | | | 0: 58, 1: 93 |
| 13 | Fluss | 0/1 | | | 0: 134, 1: 17 |
| 14 | Wasser | 0/1 | | | 0: 120, 1: 31 |
| 15 | Ablauf | 0/1 | | | 0: 138, 1: 13 |
| 16 | Graben | 0/1 | | | 0: 125, 1: 26 |
| 17 | Wald | ha | 1,05 | 0 bis 127,7 | |
| 18 | Acker | ha | 1,59 | 0 bis 263,4 | |
| 19 | Wiese | ha | 0 | 0 bis 202,3 | |
| 20 | Grasfläche | ha | 0 | 0 bis 89,3 | |
| 21 | Unterholz | ha | 0 | 0 bis 74,4 | |
| 22 | Friedhof | ha | 0 | 0 bis 17,9 | |
| 23 | Siedlung | ha | 0 | 0 bis 19,5 | |
| 24 | Schrebergarten | ha | 0 | 0 bis 10,1 | |
| 25 | Heide | ha | 0 | 0 bis 17,1 | |
| 26 | Steinbruch | ha | 0 | 0 bis 21,7 | 0 |
| 27 | Obstgarten | ha | 0 | 0 bis 5,5 | |
| 28 | Industriegebiet | ha | 0 | 0 bis 3,9 | |
| 29 | Naturreservat | ha | 0 | 0 bis 6,5 | |
| 30 | Sinuosität | m m ⁻¹ | 1,05 | 1 bis 3,8 | |
| 31 | Kurvigkeit | gon/km | | | 1: 69, 2: 82, 3: 0 |
| 32 | Mittlere Geschwindigkeit | km h ⁻¹ | 100 | 0 bis 100 | |
| 33 | Straßenseitenraumbreite | Fünfstufiger Faktor | | | 1: 11, 2: 99, 3:26, 4: 6, 5: 9 |
| 34 | Anzahl Fahrbahnen | Sechsstufiger Faktor | | | 1: 8, 1-2: 4, 2: 121, 2-3: 11, 2 und Standstreifen: 2, 3 und Standstreifen: 3 |
| 35 | Leitplanken | m (je m Strecke) | 0,14 | 0 bis 1 | |
| 36 | Wildwechselwarnschilder | 0/1 | | | 0: 94, 1: 57 |
| 37 | DTV Gesamtverkehr | Anzahl | 3114 | 500 bis 104444 | |
| 38 | Schwerverkehr | Anzahl | 0 | 0 bis 1835 | |
| 39 | Fahrräder | Anzahl | 0 | 0 bis 93 | |

| Nr. | Variable | Einheit | Median | Range | Anzahl 0 oder 1 |
|-----|------------------------------------------------------|---------------------|--------|---------------|-----------------|
| 40 | Landnutzungsdiversität (true diversity) ¹ | Dimensionslose Zahl | 1,85 | 0,26 bis 2,58 | |
| 41 | Winterweizen ¹ | % | 7,83 | 0 bis 48,1 | |
| 42 | Sommerweizen ¹ | % | 0 | 0 bis 7,62 | |
| 43 | Winterroggen ¹ | % | 0 | 0 bis 9,43 | |
| 44 | Wintergerste ¹ | % | 4,19 | 0 bis 23,85 | |
| 45 | Sommergerste | % | 0 | 0 bis 25,03 | |
| 46 | Hafer ¹ | % | 0 | 0 bis 8,64 | |
| 47 | Mais ¹ | % | 0,74 | 0 bis 24,22 | |
| 48 | Ölsaaten ¹ | % | 0 | 0 bis 6,39 | |
| 49 | Winterraps ¹ | % | 2,33 | 0 bis 26,92 | |
| 50 | Mastfutter ¹ | % | 0,57 | 0 bis 8,39 | |
| 51 | Dauergrünland | % | 17,8 | 0 bis 56,70 | |
| 52 | Brachflächen ¹ | % | 0,35 | 0 bis 5,54 | |
| 53 | Nicht bewässertes Ackerland ¹ | % | 5,25 | 0 bis 25,08 | |
| 54 | Laubwald ¹ | % | 18,45 | 0 bis 95,09 | |
| 55 | Nadelwald ¹ | % | 0,4 | 0 bis 71,66 | |
| 56 | Mischwald ¹ | % | 0 | 0 bis 44,23 | |
| 57 | Offenlandgehölze ¹ | % | 0 | 0 bis 12,70 | |
| 58 | Mischflächen ¹ | % | 4,9 | 0 bis 36,01 | |
| 59 | Erholungsflächen ¹ | % | 0 | 0 bis 22,78 | |
| 60 | Gesamtfläche ¹ | ha | 140 | 100 bis 180 | |

¹ Anteil im 500 m –Puffer um die Strecken

3.6. Untersuchungen zur Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge auf Strecken mit und ohne Wildwarnreflektoren

Neben der Erfassung von Wildunfallzahlen zur Überprüfung der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen wurde ebenfalls die Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge mit und ohne Wildwarnreflektoren aufgenommen und analysiert. Dazu wurden an einzelnen Strecken Wärmebildkameras installiert. Zunächst war der Einsatz von Wildkameras geplant. Als niedersächsische Universität ist die Universität Göttingen an das niedersächsische Datenschutzgesetz gebunden. Hinsichtlich der Verwendung von Wildkamerafallen veränderte sich die Rechtslage im Laufe der Projektlaufzeit. Nach § 25 a des Niedersächsischen Datenschutzgesetzes (NDSG) dürfen öffentliche Räume nur zum Schutz von Personen oder Sachen oder zur Abwehr von Gefahren überwacht werden. Darunter fällt auch die Überwachung von Straßen mit Wildkameras. Hiervon wird auch für die Forschung keine

Ausnahme gemacht. Ob ein Interesse an den personenbezogenen Daten besteht ist hierbei nebensächlich, die Tatsache, dass diese Daten erfasst werden können, genügt.

Methodisches Vorgehen

Die Studie zur Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge in Bezug auf Wildwarnreflektoren wurde zwischen dem 06.08.2015, 18:00 Uhr, und dem 06.09.2016, 06:30 Uhr, im Weser-Leine-Bergland in Mitteldeutschland (52 ° 0 'N, 9 ° 0' O) auf einer Gesamtfläche von etwa 2300 km² durchgeführt. Die Studienorte (N = 13) befanden sich in Göttingen (N = 10; 51 ° 32 'N, 9 ° 56' O), Kassel (N = 2; 51 ° 19 'N, 9 ° 29' O) und Höxter (N = 1; 51 ° 46 'N, 9 ° 22' O). Die Waldbedeckung reicht von 25,5 % (Höxter), über 32,9 % (Göttingen) bis zu 39,2 % (Kassel), während die landwirtschaftliche Nutzfläche zwischen 47,5 % (Kassel), 54,7 % (Göttingen) und 61,9 % (Höxter) liegt. Die Teststrecken wurden anhand des gehäuften Auftommens von Wildunfällen, als Indikator für vermehrtes Vorkommen von Wildtieren in Straßennähe, bei gleichzeitiger Abwesenheit von modernen Wildwarnreflektoren, ausgewählt. Die Teststrecken umfassen dabei 1 Bundes-, 6 Landes- und 6 Kreisstraßen. Die Geschwindigkeitsbegrenzungen lagen vornehmlich bei 100 km/h, obwohl die Straßenverhältnisse auf einigen Kreisstraßen diese Geschwindigkeit praktisch nicht zulassen. Darüber hinaus wurden Straßenabschnitte bevorzugt, die auf einer Seite von Wald begrenzt waren und auf der anderen Seite offenes Land aufwiesen, da Wildunfälle zum einen überwiegend in Waldnähe stattfinden (vgl. Gunson et al. 2011) und das Offenland zum anderen die Beobachtung von Wildtieren ermöglicht. Teststrecken mit Bäumen außerhalb des Waldes zur Anbringung von Wärmebildkameras oder Waldgebieten, die es ermöglichen, eine Wärmebildkamera für die Beobachtung von Tieren an Straßen zu installieren, wurden ebenfalls bevorzugt.

Die Wildtiere wurden mittels einer Wärmebildkamera (Axis Q1931-E, Axis Communications AB, GmbH., Lund, Schweden) mit einer 35 mm Brennweite und einem Sichtwinkel von 10,7 ° aufgenommen. Mit diesem Kameraobjektiv können Objekte von 1,8 m × 0,5 m (z. B. Menschen) in einer Entfernung von bis zu 1030 m erfasst, in einer Entfernung von bis zu 260 m erkannt und bis zu 130 m identifiziert werden (Axis Communications AB, GmbH., 2017). Als Einstellung für die Aufnahmen wurde schwarz für *kalt* und weiß für *warm* gewählt. Die Kameras wurden zudem mit einem Netzwerkanschluss (Power-over-Ethernet-Adapter PoE T81B22 30W, Axis Communications AB, GmbH.) und mit einer externen Zeitschaltuhr ausgestattet. Die Energieversorgung erfolgte durch eine Autobatterie (Banner Running Bull Autobatterie 12V 70Ah, Banner GmbH., Linz, Österreich), die bei einer abendlichen und nächtlichen Aufzeichnung eine Aufnahme von ca. 7 Tage erlaubt, bevor die Batterie gewechselt werden muss. Die aufgezeichneten Daten wurden in der Kamera auf einer 64 GB SDXC Extreme Mini Speicherkarte (SanDisk Corp., Milpitas, USA) gespeichert. Die SD-

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Karten und Autobatterien wurden wöchentlich ausgetauscht. Die Wärmebildkameras wurden in einem Baum nahe der Straßen in einer Höhe von ca. 3 m mit Blickrichtung auf die Straße positioniert. Daher wurden Teststrecken entweder mit flachem Gelände oder mit kleinen Gefällestrecken gewählt, um eine maximale Abdeckung des Gebiets für die Aufzeichnung von Wildtieren in Straßennähe zu ermöglichen. Das Kameraobjektiv ermöglichte eine seitliche Abdeckung der umgebenden Landschaft zur Straße zwischen 20 m - 200 m und in einer Entfernung von etwa 400 m, je nach Streckenverhältnissen.

Bei den Wildwarnreflektoren, die an einem Teil der Strecken angebracht waren, handelt es sich um die "Multi-Wildschutz Warner" von Motzener Kunststoff- und Gummiverarbeitung GmbH. Diese Reflektoren haben die Maße 175 mm Höhe x 55 mm Breite x 35 mm Tiefe und sind mit einer mikrop Prismatisch reflektierenden Folie von 3M (Minnesota, USA) und zusätzlichen acht farbigen Plättchen mit Wabenstruktur ausgestattet. Die Reflektoren wurden an den Straßenleitpfosten entlang der Straße montiert, wobei der Abstand zwischen den Pfosten zwischen 25 m (Kurve) und 50 m (gerade Strecke), mit einem mittleren Abstand von $41,87 \text{ m} \pm 7,52 \text{ m}$, variierte. Die Reflektoren wurden in einer Höhe von 55-80 cm an den Straßenleitpfosten angebracht und müssen laut Herstellerangaben aufgrund der Wabenstrukturen nicht an das Gefälle der umgebenden Landschaft angepasst werden. Laut der Angaben des Herstellers wird durch das einfallende Autoscheinwerferlicht zum einen ein Fächer von bis zu 135° in den Straßenseitenraum reflektiert, zum anderen ein Lichtzaun mit einem Winkel von 180° aufgebaut.

Mit Ausnahme der ersten 4 Wochen wurden zeitgleich jeweils zwei Teststrecken mit einer Wärmebildkamera ausgestattet. Der erste Untersuchungsstandort (A) wurde 4 Wochen ohne Reflektoren mit einer der Wärmebildkameras (Kamera A) aufgenommen (Aufnahmebeginn 30 Minuten vor Sonnenuntergang bis 30 Minuten nach Sonnenaufgang). Nach diesen 4 Wochen wurden entlang des einsehbaren Ausschnittes der Teststrecke Wildwarnreflektoren montiert. Der zweite Untersuchungsstandort (B) wurde gleichzeitig mit Anbringung der Wildwarnreflektoren an dem Untersuchungsstandort A 4 Wochen ebenfalls mit einer Wärmebildkamera (Kamera B) ausgestattet und 4 Wochen ohne Reflektoren, ebenfalls von 30 Minuten vor Sonnenuntergang bis 30 Minuten nach Sonnenaufgang, gefilmt. Danach wurde die Kamera A zu einer neuen Untersuchungsstelle (C) versetzt, während an der Untersuchungsstelle B Reflektoren installiert wurden. Dieser alternierende Wechsel von Untersuchungsstandorten und Reflektormontagen wurde insgesamt für 12 Monate mit 13 Standorten durchgeführt. Hierdurch konnte sowohl die Reaktion von Wildtieren vor und nach Anbringung der Wildwarnreflektoren verglichen werden, als auch Rückschlüsse von potentiellen Verhaltensänderungen auf die Wirkung der Wildwarnreflektoren oder andere Umstände, z.B. Paarungszeit, Setzzeit, usw., gezogen werden.

Insgesamt wurden in 12 Monaten ca. 10.000 Stunden Videomaterial aufgenommen. Zunächst wurden die Aufnahmen im Hinblick auf Ereignisse gesichtet, die sowohl Wildtiere als auch Fahrzeuge einschlossen. Als Ereignis wurde dabei definiert, wenn entweder Wildtiere oder Fahrzeuge innerhalb von 20 Sekunden an der gleichen Teststrecke auftraten, entsprechend einer Entfernung zwischen Tier und Fahrzeug von ca. 550 m. Diese Entfernung wurde anhand der Auswertung der ersten 100 Ereignisse als ausreichend angesehen, um sowohl neutrales Verhalten, als auch eine Verhaltensänderung der beobachteten Tiere analysieren zu können. Bei der Auswertung der Ereignisse wurde berücksichtigt um welche Tierart es sich handelt und wie viele Tiere dieser Tierart in dem Ereignis involviert waren. Das Verhalten der Tiere wurde in Anlehnung an Ujvári (et al. 1998) in *Flucht*, *Sichern* und *keine sichtbare Reaktion* (Ujvári et al. 1998) eingeteilt. Zusätzlich wurde die Kategorie *Fortbewegen* eingeführt. *Flucht* definiert sich nach Ujvári (et al. 1998) als plötzliche und schnelle Bewegung von den Reflektoren abgewendet durch Gehen, Traben oder Galoppieren. *Sichern* bedeutet, dass das Tier unvermittelt seinen Kopf hebt und mit gerecktem Hals verharret, eventuell mit angespannten Muskeln. *Keine sichtbare Reaktion* bedeutet, dass das Tier exakt das Verhalten beibehält, dass es auch vor dem Herannahen des Fahrzeuges gezeigt hat. Als *Fortbewegung* wurde definiert, wenn sich das Tier ohne plötzliche oder schnelle Bewegung unaufgeregt von den Reflektoren fortbewegte. Diese Verhaltenskategorien wurden bei der Auswertung hierarchisch betrachtet und die jeweils dominierende Kategorie gewertet, mit *Flucht* > *Fortbewegen* > *Sichern* > *keine Reaktion*.

Im Folgenden wurden verschiedene Fragestellungen bearbeitet, um Rückschlüsse auf eine potentielle Wirksamkeit der Wildwarnreflektoren auf die Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge ziehen zu können:

(1) Wie häufig können Wildwarnreflektoren Einfluss auf das Verhalten von Wildtieren nehmen? Dabei wurde festgelegt, dass die Reflektoren nicht hätten wirken können, wenn (a) das Tier vor Eintreffen des Autos den Bereich, z. B. in den Wald hinein, verlassen hat, (b) wenn sich das Tier bereits auf der Straße oder zwischen Leitpfosten und Straße befindet, sodass es die Reflektoren nicht mehr sehen kann, (c) wenn das Tier aus dem Wald oder einem Gebüsch fluchtartig über die Straße läuft, (d) wenn das Tier bereits weit entfernt und mit dem Kopf in die der Straße abgewandte Richtung läuft.

(2) Wie häufig reagieren Wildtiere positiv bzw. negativ auf herannahende Fahrzeuge und ändert sich dies in Anwesenheit der Reflektoren? In Anlehnung an Valitzky (et al. 2007) wurde die Verhaltensänderung von Wildtieren in Straßennähe auf herannahende Fahrzeuge in die Kategorien positiv, d.h. das Risiko eines Wildunfalls verringert sich, und negativ, d.h. das Risiko eines Wildunfalls wird durch die Reaktion des Tieres erhöht, eingeteilt. Positive Reaktionen beinhalten das Verharren des Tieres im Straßenseitenraum, das Verlassen des

Straßenbereichs ohne Querung der Straße, und das Verlassen des Straßenbereichs mit Querung der Straßen, wenn diese maximal 150 m vor dem potentiellen Zusammentreffen von Tier und Fahrzeug stattfindet. Als negativ wurden alle Reaktionen des Tieres, die den Aufenthalt auf der Straße < 150 m vor dem potentiellen Zusammentreffen mit dem Fahrzeug beinhalten, eingestuft. In die Auswertung wurden alle Ereignisse einbezogen, in denen die Reflektoren potentiell hätten wirken können.

(3) Ändert sich die Fluchtdistanz in Anwesenheit von Wildwarnreflektoren? Die Fluchtdistanz wird oft als Maß der Angst, bzw. Gefahr herangezogen. Je größer die Fluchtdistanz ist, d.h. je weiter die Gefahr entfernt ist, wenn Fluchtverhalten einsetzt, desto größer ist die empfundene Gefahr (z.B. Blackwell et al. 2014). Laut Herstellerangabe der Motzener Kunststoff- und Gummiverarbeitung GmbH „zerstreuen [die Reflektoren...das Licht] in einzelne Lichtblitze, welche die Wildtiere als Bewegungsimpulse wahrnehmen. Die dadurch gewonnene Aufmerksamkeit der Wildtiere generiert genau die wertvollen Sekunden, um die Gefahrenstelle kollisionsfrei passieren zu können.“ „Sobald die Wildtiere einen Bewegungsimpuls wahrnehmen, halten sie inne und sondieren die Situation.“¹ Anhand dieser beschriebenen Wirkungsweise wird eine Abnahme der Fluchtdistanz, bzw. Abwesenheit von Flucht als Reaktion auf herannahende Fahrzeuge nach Anbringung der Reflektoren erwartet. Um die Fluchtdistanz zu ermitteln wurde die Entfernung zwischen den Leitpfosten und der vom Fahrzeug benötigten Zeit für das Zurücklegen dieser Entfernung gemessen. Anhand dieser Zeitangabe wurde die Entfernung zwischen Fahrzeug und Tier bei Einsetzen des Fluchtverhaltens ermittelt. Die Fluchtdistanz wurde in dieser Untersuchung sowohl für die Verhaltenskategorie *Flucht*, als auch für die Kategorie *Fortbewegen* ermittelt. Die unterschiedlichen Fluchtdistanzen wurden nach Möglichkeit nach Wildart (Damwild, Rehwild, Schwarzwild) unterschieden, wobei eine Unterscheidung von vornehmlich weiblichen Tieren nicht immer möglich war. Schalenwild mit Ausnahme von Schwarzwild, das keiner genauen Wildart zugeordnet werden konnte, wurde in der Gruppe „Hirschartige“ zusammengefasst.

(4) Unterscheidet sich die Reaktion der Tiere auf herannahende Fahrzeuge in Anwesenheit von Wildwarnreflektoren? Die Reaktion der Tiere (Flucht (plötzliches und schnelles Entfernen), Fortbewegen (langsames, unaufgeregtes Entfernen), Sichern (Kopf heben, mit gerecktem Hals verharren), keine Reaktion sichtbar (Tier hält vorangehendes Verhalten bei)) wurde vor und nach Anbringung der Reflektoren ausgewertet. Die Kategorien wurden hierarchisch (Flucht > Fortbewegen > Sichern > keine Reaktion sichtbar) geordnet und die jeweils dominierende Kategorie gewertet. Entsprechend der Herstellerangaben ist ein Anstieg an Sicherungsverhalten mit gleichzeitiger Abnahme von Flucht und Fortbewegen zu erwarten.

(5) Ändert das Vorhandensein der Reflektoren das Verhalten der Autofahrer? Fahren Autofahrer vorsichtiger und langsamer/bremsen häufiger, weil sie durch die Reflektoren auf vorhandene Wildunfallschwerpunkte aufmerksam gemacht werden oder fahren sie schneller/bremsen weniger, da Reflektoren als wirkungsvoll erachtet werden und vorsichtiges Fahren daher überflüssig ist? Die Reaktion der Autofahrer wurde in drei Kategorien, Vollbremsung, d.h. das Fahrzeug kommt innerhalb kurzer Zeit zum Stehen, Abbremsen, d.h. das Fahrzeug verringert seine vorherige Geschwindigkeit ohne dabei stehen zu bleiben, und keine sichtbare Reaktion eingeteilt um zu ermitteln, ob Wildwarnreflektoren einen Einfluss auf das Verhalten von Autofahrern nimmt.

(6) Werden Wildtiere bei Vorhandensein von Reflektoren von der Querung der Straße abgehalten? In diesem Fall wurden die Querungsereignisse mit und ohne Reflektoren verglichen, um zu ermitteln, ob Wildwarnreflektoren Wildtiere vom Betreten der Straße abhalten.

4. Ergebnisse

4.1. Unfallzahlen auf den Teststrecken

Im Folgenden werden die Unfallzahlen auf den Teststrecken in den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill vorgestellt, die die in dieser Untersuchung zu erklärenden Variablen darstellen. Auf den insgesamt 101 Teststrecken in den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill wurden in den Jahren 2011, 2012 und 2013 jeweils 506, 524 und 478 Wildunfälle gemeldet. Im ersten Testjahr (2014) stieg diese Zahl auf 703, im zweiten Testjahr sogar auf 721 polizeilich gemeldete Wildunfälle. In den Landkreisen Kassel und Höxter betragen die Wildunfälle auf den Teststrecken in den drei Jahren vor Testbeginn 428 Wildunfälle (2012), 335 (2013) und 319 (2014). Im Untersuchungszeitraum wurden 271 (2015/16) und 279 (2016/17) Wildunfälle polizeilich gemeldet. Die Anzahl der Wildunfälle auf den Teststrecken wurde entsprechend der jeweiligen Streckenlänge auf Anzahl an Wildunfällen pro km umgerechnet. Die Zahl der durchschnittlichen Wildunfälle pro km getrennt nach den vier Landkreisen bzw. nach den Reflektorarten verdeutlichen die Abbildungen 34 und 35 bzw. 36. Es zeigt sich bereits in dieser deskriptiven Darstellung, dass sich, bei einer insgesamt hohen Streuung, die Mittelwerte der auf den Strecken mit und ohne Reflektoren ermittelten Unfallzahlen kaum unterscheiden. So ließen sich zwar zwischen den Landkreisen Unterschiede in den mittleren Unfallzahlen erkennen, nicht aber zwischen den Strecken mit und ohne Reflektor. Im Einzelnen lagen die Unfallzahlen je km im Landkreis Göttingen bei den Strecken mit Reflektor im Mittel bei 2,53 ($\pm 1,72$), und ohne diese bei 2,54 ($\pm 1,80$). Die entsprechenden Zahlen für die anderen Landkreise lauten: Lahn-Dill-Kreis mit Reflektor 4,59 ($\pm 3,13$) und ohne Reflektor 4,42 ($\pm 3,05$), Höxter mit Reflektor 3,02 ($\pm 1,75$) und ohne Reflektor 3,02 ($\pm 1,39$), Kassel mit Reflektor 3,00 ($\pm 1,93$) und ohne Reflektor 2,69 ($\pm 1,77$). Auch bei den Reflektorarten (Abb. 36) konnten keine bedeutsamen Unterschiede ausgemacht werden. So betragen die Unfallzahlen pro km Teststrecke bei den Strecken mit dunkelblauem Reflektor im Mittel 4,07 ($\pm 3,29$), während auf den Vergleichsstrecken ohne Reflektor lediglich 3,68 ($\pm 2,79$) Unfälle gezählt wurden. Vergleichbare Ergebnisse fanden sich für die beiden anderen Reflektorarten (Abb. 36). Die entsprechenden Zahlen lauten: Strecken mit hellblauen Reflektoren 3,43 ($\pm 2,39$) und ohne Reflektor 3,65 ($\pm 2,77$), Strecken mit bunten Reflektoren 3,02 ($\pm 1,83$) und ohne Reflektor 2,89 ($\pm 1,56$). In Abb. 36 nicht dargestellt sind, aufgrund der geringen Stichprobenzahl ($n=5$), die Varianten der dunkelblauen bzw. hellblauen Reflektoren mit akustischem Signal. Auch hier ergaben sich jedoch keinerlei Anhaltspunkte für Unterschiede in den Unfallzahlen zwischen den Strecken mit und ohne Reflektor (Strecken mit hellblauem Reflektor und akustischem Signal: 2,92 ($\pm 1,36$) Unfälle gegenüber 2,82 ($\pm 1,69$) Unfällen ohne Reflektor und Signal). Die Vergleichswerte für den

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

dunkelblauen Reflektor mit akustischem Signal lauten: 3,80 Unfälle mit Reflektor und Signal ($\pm 2,22$) gegenüber 3,60 ($\pm 2,97$) Unfällen ohne Reflektor und Signal.

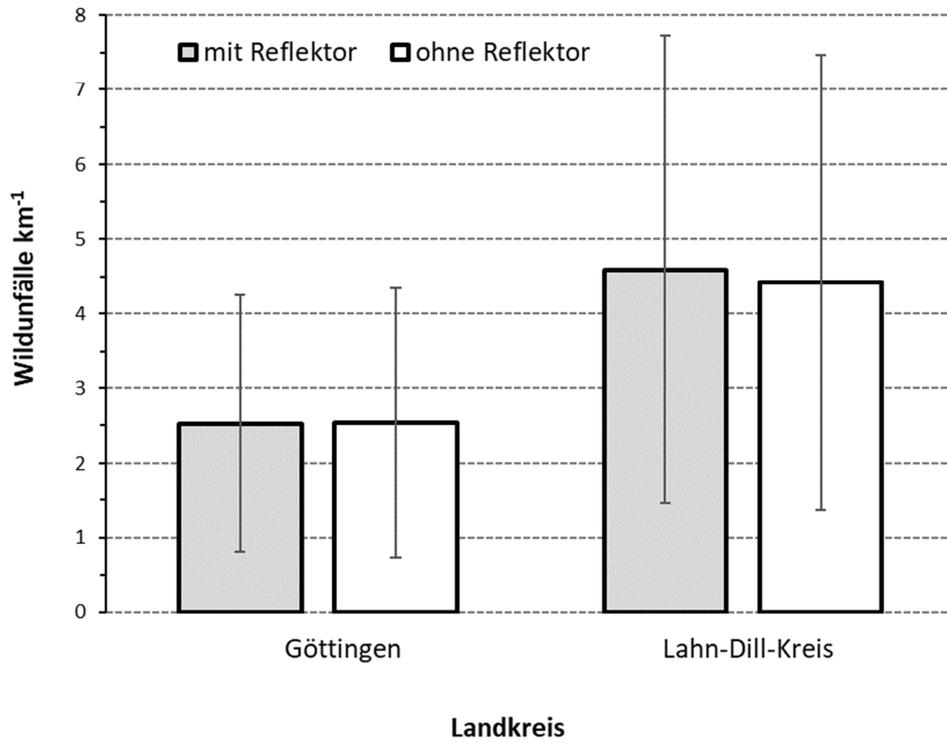


Abbildung 34: Anzahl der Wildunfälle auf den Teststrecken je km in den Landkreisen Göttingen (n=43) und Lahn-Dill-Kreis (n=58) im Untersuchungszeitraum.

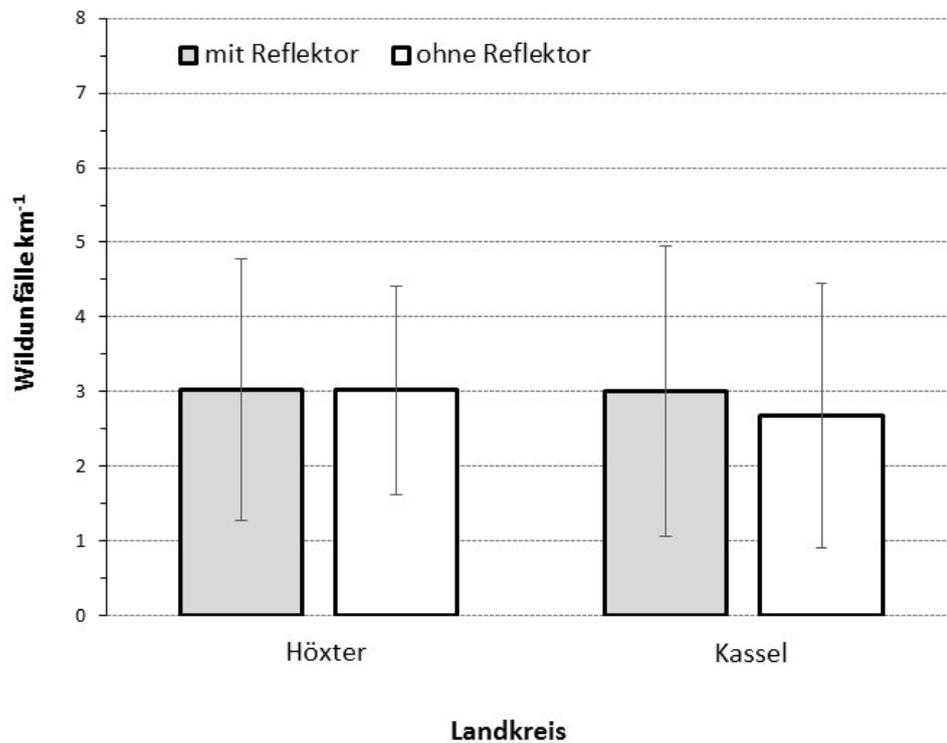


Abbildung 35: Anzahl der Wildunfälle auf den Teststrecken je km in den Landkreisen Höxter (n=30) und Kassel (n=20) im Untersuchungszeitraum.

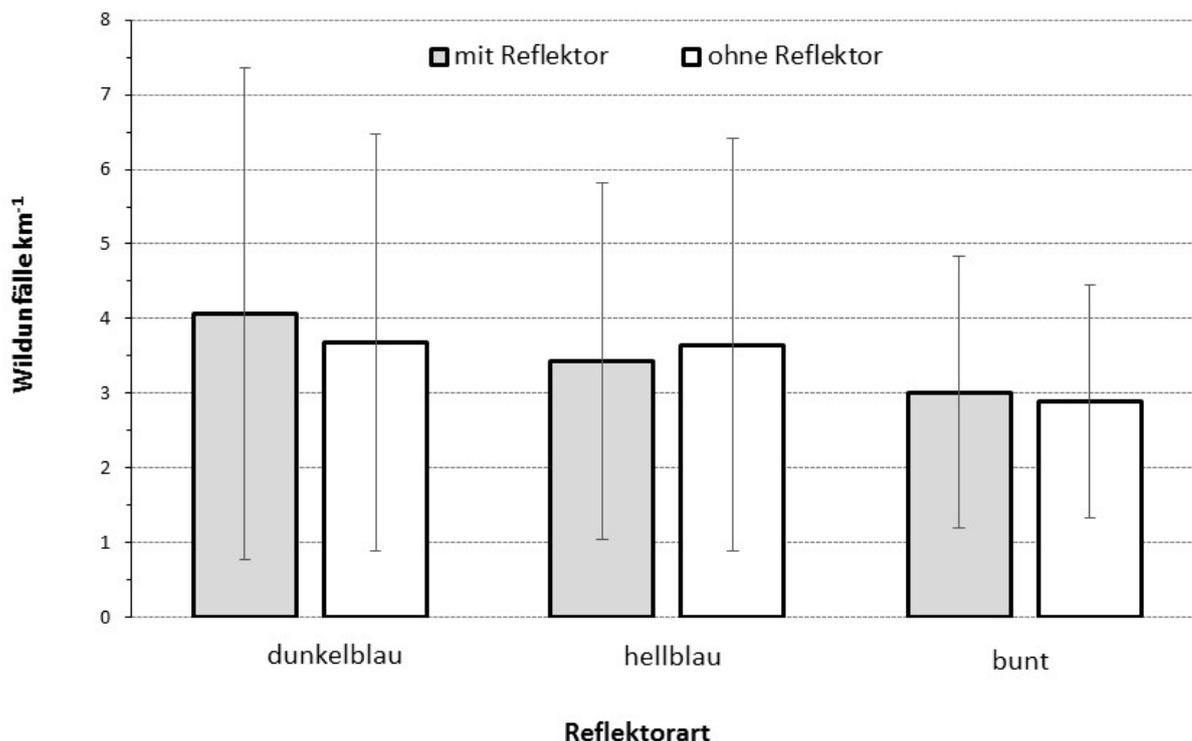


Abbildung 36: Anzahl der Wildunfälle auf den Teststrecken je km je nach Reflektorart (dunkelblau $n=51$, hellblau $n=50$, bunt $n=50$).

4.2. Statistische Prüfung der Nicht-Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren

Insgesamt wurden im Verlauf der Studie auf den Teststrecken 1998 Wildunfälle beobachtet. Die statistische Analyse ergab weder ein systematisches Muster von niedrigeren Wildunfallzahlen bei Vorhandensein von Reflektoren (Abb. 37), noch bei Betrachtung der verschiedenen Reflektormodelle (Abb. 38).

Das entsprechende Poisson-Mischmodell führte zu einem geschätzten *Wildunfallverhältnis* von 1,02 mit einem entsprechenden 95 % -Konfidenzintervall (0,92, 1,12). Der multiplikative Effekt der Wildwarnreflektoren im Vergleich zu der passiven Kontrolle, d. h. den Straßensegmenten ohne Wildwarnreflektoren, weist damit auf eine Zunahme der Wildunfälle beim Vorhandensein von Wildwarnreflektoren von durchschnittlich 2 % hin. Insbesondere zeigt die untere Grenze des Konfidenzintervalls von 0,92, dass die relative Reduktion von Wildunfällen durch Wildwarnreflektoren die *a priori* definierte Nichtüberlegenheitsspanne von 90% übersteigt. Die entsprechende Nicht-Überlegenheits-Hypothese konnte zudem mit einem einseitigen p-Wert von $p = 0,008$ zurückgewiesen werden, da die Reflektoren die untere Grenze des Konfidenzintervalls $<0,9$ nicht erreichten.

Der AIC des Modells (1623,29) ohne Carry-Over-Effekt war kleiner als der AIC eines Modells mit diesem (AIC = 1625,27), was auf das Fehlen eines solchen Effekts hindeutet. Bereinigt um die Behandlung mit Wildwarnreflektoren wurden im zweiten Beobachtungsjahr 2% mehr Wildunfälle beobachtet. Dieser Effekt war jedoch nicht signifikant.

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

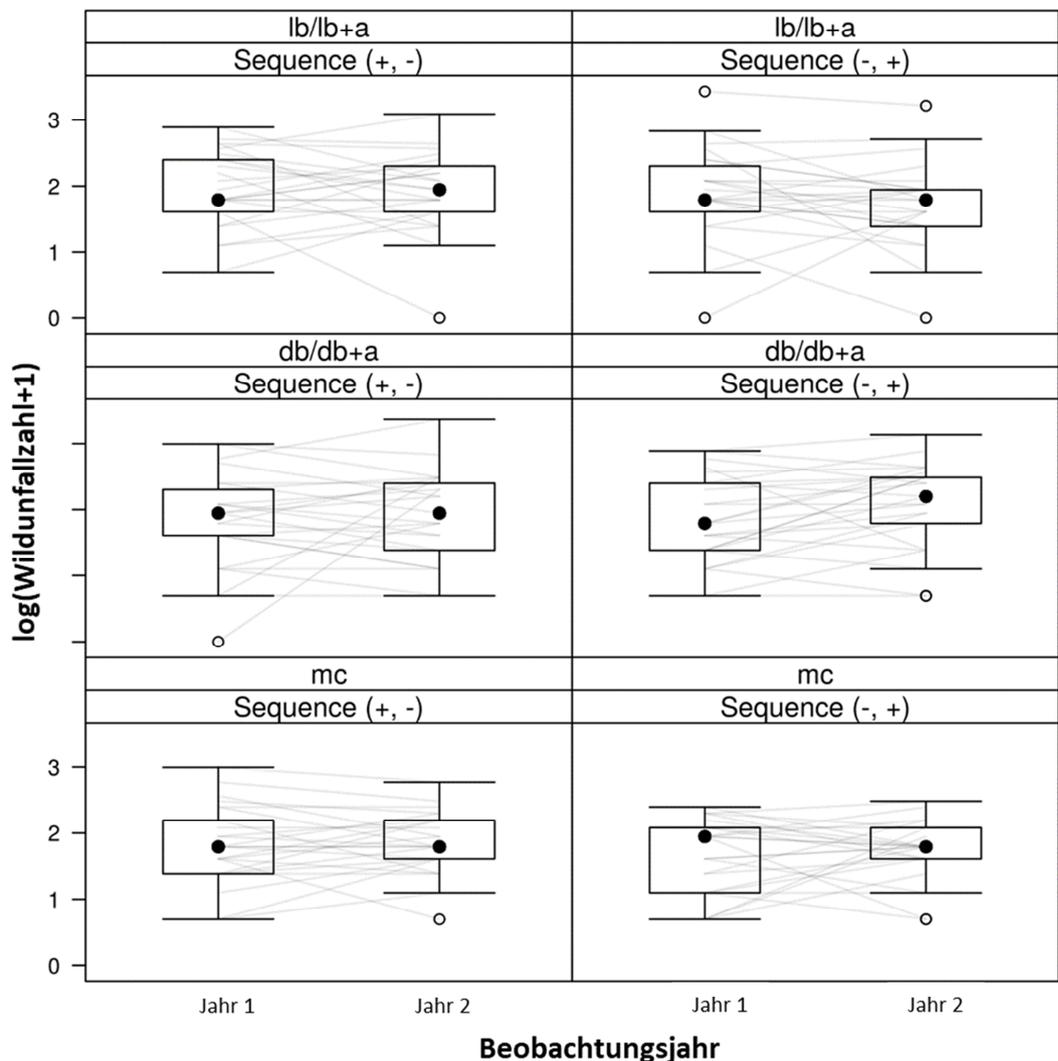


Abbildung 37: Anzahl der Wildunfälle (auf der logarithmischen Skala) für die zwei möglichen Behandlungssequenzen (+, -) und (-, +). Jede Linie repräsentiert ein Straßensegment. In der linken Tafel zeigt eine positive Steigung im Vergleich zur passiven Kontrolle eine niedrigere Wildunfallanzahl bei Vorhandensein eines Reflektors an (sequence +, - bedeutet, dass im ersten Jahr die Teststrecke mit Reflektoren ausgestattet war, im zweiten dagegen nicht, lb sind hellblaue Reflektoren (lb+a mit akustischem Warnsignal), db sind dunkelblaue Reflektoren und mc sind mehrfarbige Reflektoren). Im rechten Feld entspricht eine negative Steigung im Vergleich zur passiven Kontrolle einer niedrigeren Unfallzahl beim Vorhandensein eines Reflektors (sequence -, + bedeutet, dass die Teststrecke nur im zweiten Jahr mit Reflektoren ausgestattet war).

Um die Robustheit der Ergebnisse des oben beschriebenen globalen Behandlungseffekts zu prüfen, wurden verschiedene zusätzliche Modelle getestet. Diese umfassten (a) Modelle, die die Anzahl von Wildunfällen für verschiedene Wildarten als sekundäre zu erklärende Größe verwendeten, (b) Modelle mit Untergruppen, definiert durch die Art des verwendeten Wildwarnreflektors und (c) Modelle, die den Anteil an Wald oder landwirtschaftlichen Flächen je Straßensegment als möglichen Einflussfaktor auf die Wirksamkeit/Nichtwirksamkeit berücksichtigten. Zudem wurden Kombination von (a) und (b), ebenso berechnet. Schließlich wurden (d) die numerischen Variablen Sinuosität, Verkehrsstärke, Shannon-Diversität der Landnutzung und das Tempolimit als potentielle Effektmodifikatoren untersucht. Dazu

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

wurden der AIC und das Wildunfallverhältnis für 12 Modelle geschätzt. Die entsprechenden Wildunfall-Verhältnisse lagen nahe bei eins, was klar auf einen fehlenden Effekt der Reflektoren auf die Wildunfallzahlen hindeutet. Keiner der geprüften Faktoren bewirkte, dass die Konfidenzintervalle des betreffenden Modells ein Wildunfallverhältnis von 1 nicht einschlossen, was bedeutet, dass die Faktoren die Nichtwirksamkeit der Reflektoren in keinem Fall signifikant beeinflusst haben. Lediglich das Modell mit Berücksichtigung der Sinuosität verbesserte die Schätzgenauigkeit des Modells der Primäranalyse; das Wildunfallverhältnis wies jedoch nicht auf einen positiven Effekt der Reflektoren hin. Auch die rekursive Partitionierung für verallgemeinerte lineare gemischte Modelle (Fokkema et al., 2017, Paket glemertree, Version 0.1-2) führte nicht zur Identifikation der Wirkung von zusätzlichen Faktoren. So fand die Methode keine erklärende Variable, die das Modell verbesserte.

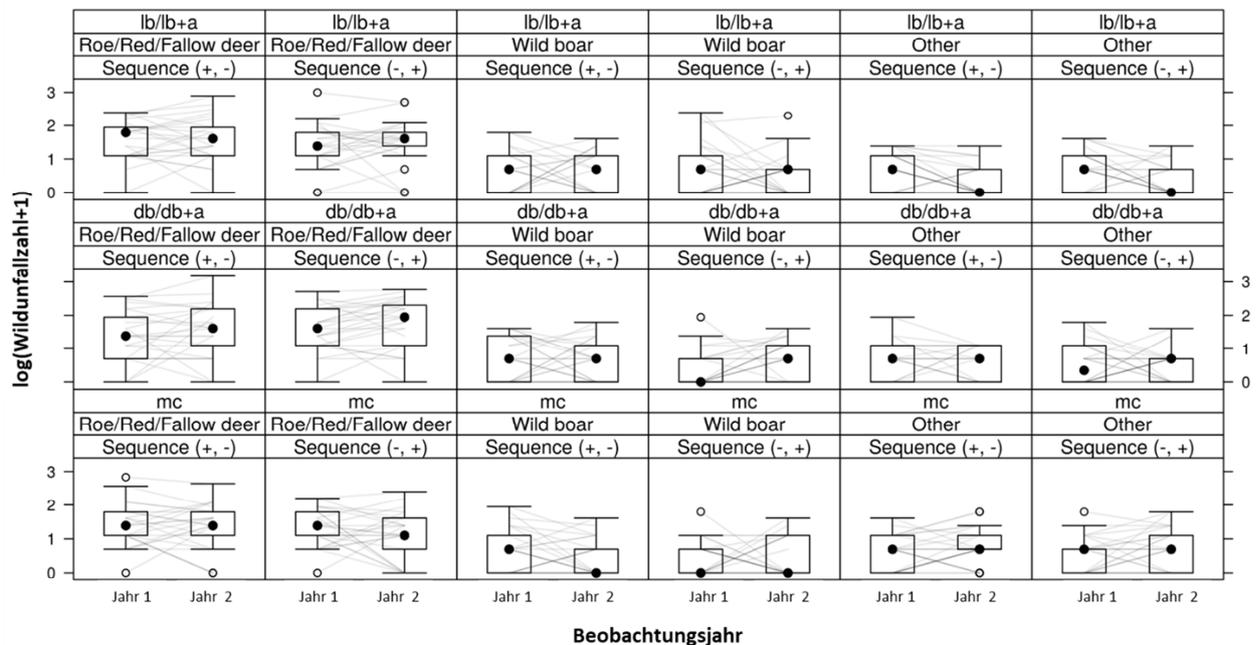


Abbildung 38: Anzahl der Wildunfälle (auf der logarithmischen Skala) für die zwei möglichen Behandlungssequenzen (+, -) und (-, +), getrennt nach Wildarten. Jede Linie repräsentiert ein Straßensegment. In den linken Panels zeigt eine positive Steigung eine niedrigere Wildunfallzahl beim Vorhandensein von Wildwarnreflektoren im Vergleich zu einer passiven Kontrolle an. In den rechten Kästen wird eine niedrigere Wildunfallzahl beim Vorhandensein von Wildwarnreflektoren im Vergleich zu einer passiven Kontrolle durch eine negative Steigung repräsentiert. Sequence +,- bedeutet, dass im ersten Jahr die Teststrecke mit Reflektoren ausgestattet war, im zweiten dagegen nicht, lb sind hellblaue Reflektoren (lb+a mit akustischem Warnsignal), db sind dunkelblaue Reflektoren und mc sind mehrfarbige Reflektoren.

4.3. Prüfung möglicher Einflussgrößen auf die Wildunfallzahlen

Wie Abbildung 39 zeigt (siehe auch Abbildung 28), ist die Zahl der Unfälle (hier Gesamtzahl aller Unfälle, in Abbildung 40 getrennt nach den Gruppen Reh-, Rot- und Damwild, Schwarzwild, und andere Tierarten) über einen Tag nicht gleichverteilt. Diese häufen sich vielmehr bei Sonnenauf- und -untergang (vgl. auch Hothorn et al., 2015). Tatsächlich

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

ereignen sich über das Jahr hinweg 74 % aller Unfälle vor Sonnenaufgang. Der Einfluss der Paarungszeit auf die Wildunfallhäufigkeit ist in Abbildung 40 dargestellt. Es zeigt sich, dass Ende Juli/Anfang August die Zahl der Unfälle mit Rehen (Rot- und Damwild) stark steigt. In diese Zeit fällt die Paarung der Rehe (1300 der 1329 auf Reh-, Rot- und Damwild zurückzuführenden Unfälle wurden durch Rehwild verursacht). Ein ähnlicher Befund ergibt sich für das Schwarzwild, das sich im Dezember paart (Abbildung 40).

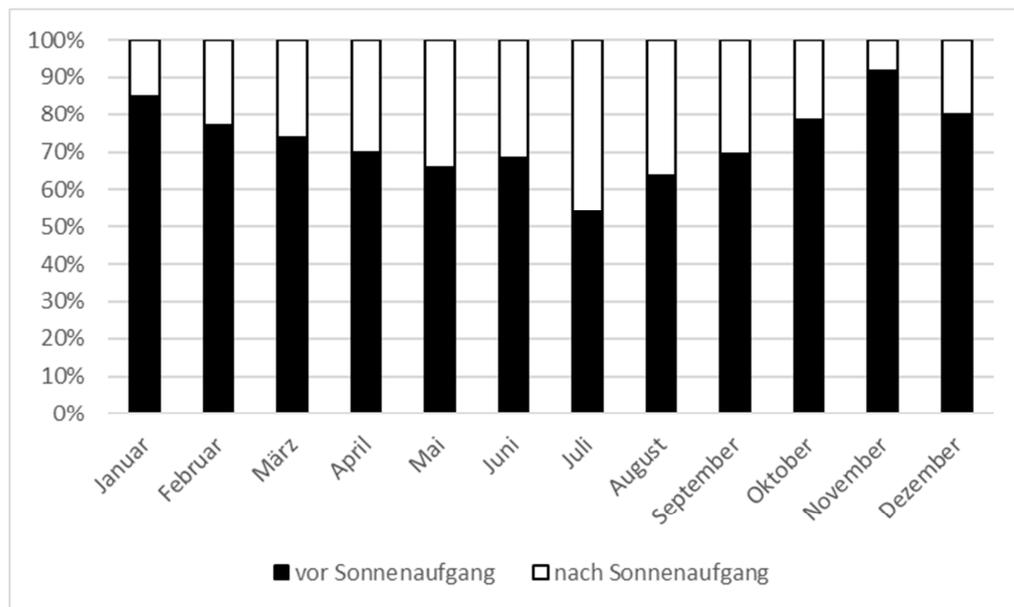


Abbildung 39: Verteilung aller 1984 im Zuge der vorliegenden Untersuchung erfassten Wildunfälle im Jahresverlauf, getrennt nach Sonnenauf-, bzw. untergang (MEZ).

Die generalisierten linearen Modelle ergaben für die Gesamtzahl aller Unfälle und jene durch Reh-, Rot-, und Damwild verursachten nur eine prädiktive Variable und zwar die Zahl der Fahrräder die eine Teststrecke täglich passieren. Diese Variable ist vermutlich ein Indikator für die Nähe einer Strecke zu Ortschaften. Dies ergibt sich daraus, dass die Zahl der Fahrräder innerhalb eines Radius von bis zu 340 m von einer Ortschaft, etwa doppelt so hoch ist, wie in größerer Entfernung. Für Schwarzwild konnte keine instabile Variable detektiert werden.

Über die Zahl der Fahrräder hinaus konnte keine prädiktive Variable identifiziert. Im Ergebnis zeigte sich, dass es keinen statistisch eindeutigen Weg zur Identifikation von Einflussgrößen gibt, die von allen Modellen als einflussreich erkannt werden. Dies liegt sehr wahrscheinlich an der im Vergleich zur Stichprobenzahl hohen Zahl an erklärenden Variablen. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass die Selektion von erklärenden Variablen zur Erklärung der Unfallhäufigkeit nicht das primäre Ziel der Untersuchung darstellte, sondern ihr Design der primären Fragestellung (Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren) folgte. Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass keine potentiellen Risikofaktoren für erhöhte Unfallzahlen zweifelsfrei identifiziert werden konnten.

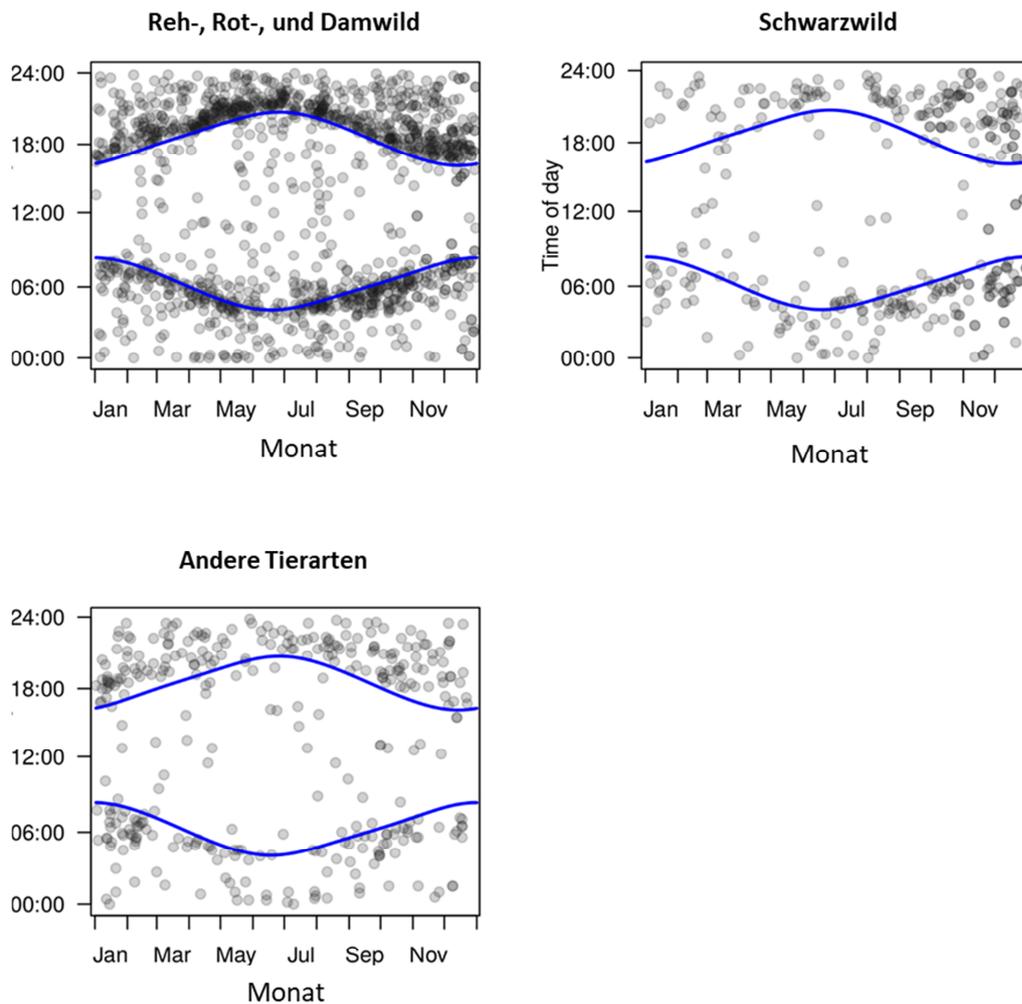


Abbildung 40: Verteilung der Wildunfälle von Reh-(Rot- und Dam-)wild (links) bzw. Schwarzwild (rechts) und andere Tierarten (unten) im Jahresverlauf, die blauen Linien markieren die Zeit des Sonnenauf- bzw. untergangs (MEZ).

4.4. Untersuchungen zur Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge in Bezug auf Wildwarnreflektoren

Insgesamt wurden 1070 Ereignisse zwischen Fahrzeugen und Tieren mit insgesamt 1674 Individuen während des Untersuchungszeitraums beobachtet und analysiert. Im Folgenden sollen die im Methodenteil skizzierten Fragen beantwortet werden.

(1) Wie häufig können Wildwarnreflektoren Einfluss auf das Verhalten von Wildtieren nehmen?

Wildwarnreflektoren konnten in 34,6 % keinen Einfluss auf das Verhalten der Tiere nehmen, da sich diese entweder auf der Straße oder zwischen Leitpfosten und Straße befanden, sich bereits von der Straße entfernt hatten und sich dabei der Kopf in die der Straße abgewandten Richtung befand oder die Tiere fluchtartig die Straße querten, ohne vorher an der Straße zu verharren.

(2) Wie häufig reagieren Wildtiere positiv (d.h. das Risiko eines Wildunfalls verringert sich) bzw. negativ (d.h. das Risiko eines Wildunfalls wird durch die Reaktion des Tieres erhöht), auf herannahende Fahrzeuge und ändert sich dies in Anwesenheit der Reflektoren?

In diese Auswertung flossen jene Ereignisse ein, in denen Wildwarnreflektoren hätten wirken (d. h. die unter (1) identifizierten Fälle wurden ausgeschlossen). Der Anteil der positiven und negativen Reaktionen der Wildtiere unterschied sich nicht zwischen den beiden Gruppen mit und ohne Wildwarnreflektoren ($\chi^2 = 1,9044$, $p > 0,1$). Insgesamt reagierten Wildtiere in 94,3 % positiv auf herannahende Fahrzeuge und 5,7 % negativ (Abb. 41).

Wildwarnreflektoren führen demnach zu keiner Änderung der Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge.

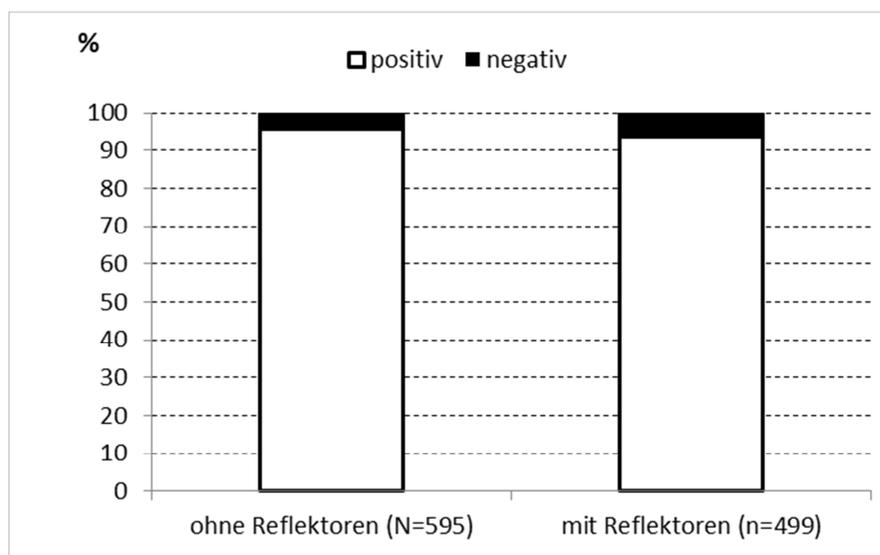


Abbildung 41: Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge. Positiv bedeutet ein Verhalten das die Wahrscheinlichkeit eines Wildunfalls reduziert, negativ ein Verhalten, das das Risiko eines Wildunfalls erhöht.

(3) Ändert sich die Fluchtdistanz in Anwesenheit von Wildwarnreflektoren?

Insgesamt haben sich die Tiere in 70,5 % von der Straße entfernt. Die Fluchtdistanz betrug dabei zwischen 201 m (Damwild) und 135 m (Schwarzwild). Keine Tierart zeigte eine signifikante Änderung der Fluchtdistanz nach Anbringung der Wildwarnreflektoren (Abb. 42). Wildwarnreflektoren hatten demnach keinen Einfluss auf die Fluchtdistanz von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge.

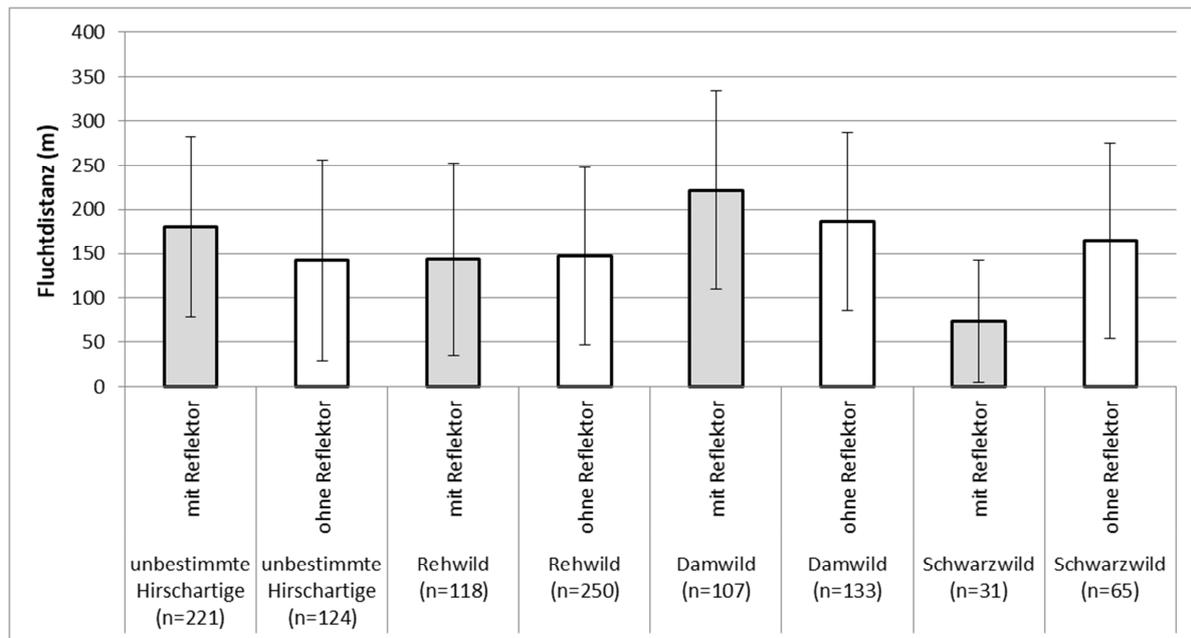


Abbildung 42: Fluchtdistanz von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge (bei Flucht <math>< 550 m</math>).

(4) Unterscheidet sich die Reaktion der Tiere auf herannahende Fahrzeuge in Anwesenheit von Wildwarnreflektoren?

Wildtiere reagierten in den meisten Fällen auf herannahende Fahrzeugen durch ein Wegbewegen von der Straße (Flucht 32,2 %, langsames Fortbewegen 38,3 %). Sie sicherten (aufmerksames Verharren) in 15,5 % der Fälle und zeigten nur in 14,3 % aller Beobachtungen keine Reaktion auf herannahende Fahrzeuge (Abb. 43). Die Anwesenheit von Wildwarnreflektoren änderte dieses Verhalten nicht, weder flohen Tiere häufiger ($p > 0,2$), noch bewegten sie sich häufiger von der Straße fort ($p > 0,4$) wenn Wildwarnreflektoren installiert waren. Entgegen der Herstellerangaben sicherten die Tiere auch nicht häufiger in Anwesenheit der Reflektoren ($p > 0,8$). Die Wildwarnreflektoren hatten demnach keinen Einfluss auf das Verhalten von Wildtieren in Straßennähe.

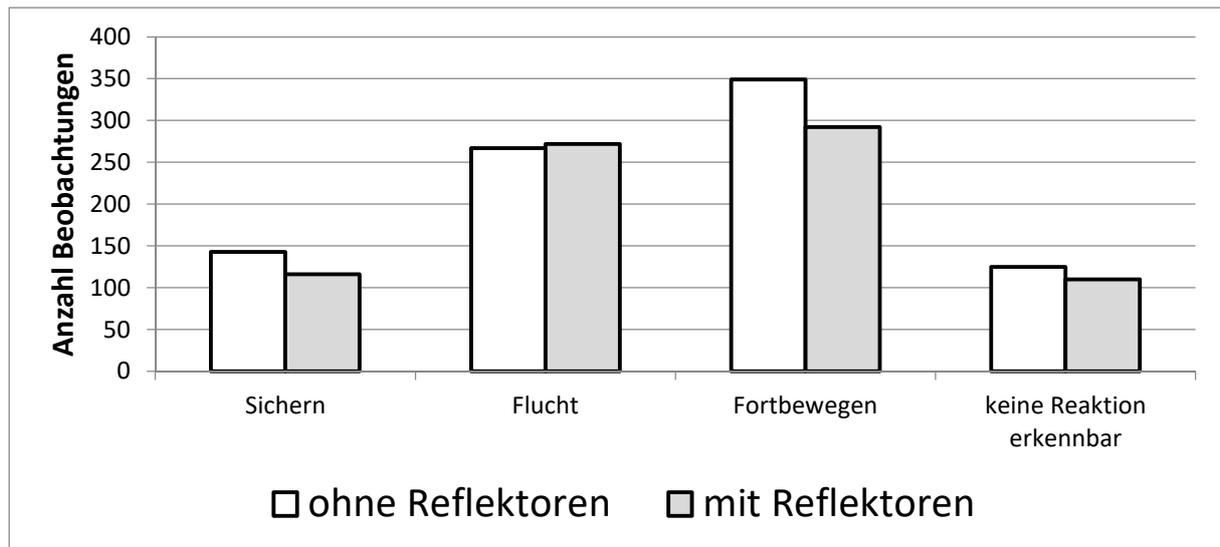


Abbildung 43: Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge (Sichern = Kopf heben, mit gerecktem Hals verharren, Flucht = plötzliches und schnelles Entfernen, Fortbewegen = langsames, unaufgeregtes Entfernen, keine Reaktion erkennbar = Tier hält vorangehendes Verhalten bei).

(5) Ändert das Vorhandensein der Reflektoren das Verhalten der Autofahrer?

Zumeist konnte keine Reaktion der Autofahrer auf die in Straßennähe befindlichen Wildtiere beobachtet werden (95,6 %). Nur in 2,8 % der Fälle wurde beobachtet, dass Autofahrer abbremsten, in 1,7 % der Fälle erfolgte eine Vollbremsung. Dieses Verhalten war unabhängig davon ob Reflektoren vorhanden waren oder nicht (keine Reaktion $p > 0,08$, Abbremsen $p > 0,5$, Vollbremsung ob Reflektoren $> 0,08$).

(6) Werden Wildtiere bei Vorhandensein von Reflektoren von der Querung der Straße abgehalten?

In 38,9 % der Beobachtungen querten Wildtiere die Straße. Die Häufigkeit dieser Querungen war unbeeinflusst vom Vorhandensein der Wildwarnreflektoren und zwar weder bei Querungen, bei denen noch kein Fahrzeug zu sehen war ($p > 0,8$), noch bei Querungen als Reaktion auf herannahende Fahrzeuge ($p > 0,8$). Wildwarnreflektoren hinderten Wildtiere demnach nicht daran, die Straße trotz herannahender Fahrzeugen zu betreten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass insgesamt keine Wirkung der Wildwarnreflektoren auf das Verhalten von Tieren in Straßennähe beobachtet wurde und auch das Fahrverhalten der Autofahrer offenbar unabhängig vom Vorhandensein von Wildwarnreflektoren ist. Das Ergebnis, wonach in der vorliegenden Untersuchung kein verändertes Verhalten der Wildtiere auf Wildwarnreflektoren nachgewiesen werden konnte, deckt sich mit jüngeren Untersuchungen, die die Reaktion von Rehwild auf herannahende Fahrzeuge unter Einfluss von Wildwarnreflektoren untersucht haben (Brieger et al. 2017).

5. Zusammenfassung und Empfehlungen

5.1. Zusammenfassung

Wildunfälle stellen ein Sicherheitsrisiko auf Straßen dar und gehen mit einem hohen wirtschaftlichen Schaden einher. In Deutschland stieg die Zahl der bei den Kfz-Kaskoversicherern gemeldeten Schadensfälle infolge von Wildunfällen in den letzten zehn Jahren um 14 Prozent auf rund 275.000 im Jahr 2017; die damit verbundenen Versicherungsleistungen stiegen im selben Zeitraum sogar um rund 50 Prozent auf 744 Millionen. Vor diesem Hintergrund besteht ein großes Interesse an Optionen, die es erlauben Wildunfälle zu verhindern. Eine wiederholt genannte technische Möglichkeit hierfür sind blaue oder multi-farbige Wildwarnreflektoren. Die Wirksamkeit dieser Reflektoren ist allerdings umstritten und war Anlass der hier vorliegenden Untersuchung.

Diese befasst sich zunächst mit einer eingehenden Literaturanalyse. Darüber hinaus wurde in einer umfangreichen statistischen Test- und Kontroll-Analyse die Wirksamkeit von neuartigen und aktuell bereits vielerorts eingesetzten blauen, akustischen und multi-farbigen Wildwarnreflektoren untersucht. Dafür wurden in vier Landkreisen insgesamt 151, je ca. 2 km lange, Straßenabschnitte auf Bundes-, Landes- und Kreisstraßen ausgewählt, die ein sehr hohes polizeilich registriertes Wildunfallvorkommen aufwiesen, aber noch nicht mit Wildwarnreflektoren bestückt waren. Zusätzlich wurde eine Vielzahl an Faktoren erhoben, die potentiell auf das Unfallgeschehen Einfluss gehabt haben könnten. Zudem wurden Wärmebildkameras an bestimmten Straßenabschnitten installiert, um neben den dokumentierten Wildunfällen das Verhalten von Wildtieren in Straßennähe mit und ohne Wildwarnreflektoren zu untersuchen.

In der Literaturstudie zeigte sich, dass sehr unterschiedliche Ergebnisse zur Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren berichtet wurden. Die Diskrepanz der Befunde ist nicht zuletzt methodisch bedingt. So erlauben nicht alle Ansätze die statistische Prüfung klarer Hypothesen. Ein Unterschied in der Wirksamkeit bestimmter Modelle oder Farben konnte nicht nachgewiesen werden. Viele Studien weisen zudem einen für statistisch abgesicherte Aussagen viel zu geringen Stichprobenumfang auf. Beide Aspekte sind für die Verallgemeinerung der Ergebnisse aber essentiell. Das Ergebnis der Literaturstudie war insgesamt, dass Wildunfallzahlen und Querungsverhalten von Wildtieren nicht zweifelsfrei nachweisbar durch das Vorhandensein von Wildwarnreflektoren beeinflusst werden.

Um die Unzulänglichkeiten vieler der analysierten Studien zu vermeiden, wurde in der eigenen Untersuchung ein „Cross-Over-Design“ mit einer hohen Anzahl an beobachteten Straßenabschnitten ($n = 151$) gewählt, das eine statistische Absicherung der Befunde erlaubte. In den vier untersuchten Landkreisen war Rehwild mit 58 % bis 72 % am häufigsten

an Wildunfällen beteiligt. Die auf den Teststrecken im Untersuchungszeitraum festgestellten Unfallzahlen (insgesamt fast 2.000 Wildunfälle) wurden durch das Anbringen von Wildwarnreflektoren nicht signifikant beeinflusst. Die getesteten Fabrikate (blaue, hellblaue, multi-farbige und akustische Reflektoren) unterschieden sich dabei in ihrer (Nicht-)Wirkung nicht. Die Hypothese, wonach die Anzahl der Wildunfälle, welche sich innerhalb eines Jahres in einem bestimmten Streckenabschnitt ereignen, durch das Anbringen der Reflektoren nicht reduziert wird, konnte demnach nicht abgelehnt werden. Damit ist von einer Nichtwirksamkeit der getesteten Reflektoren auszugehen.

Mit Wärmebildkameras konnte die Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge mit und ohne Wildwarnreflektoren getestet werden. Insgesamt wurden 1.070 Ereignisse zwischen Fahrzeugen und Tieren mit insgesamt 1.674 Tieren während des Untersuchungszeitraums beobachtet. Wildwarnreflektoren führten zu keiner Änderung der Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge, hatten keinen Einfluss auf die Fluchtdistanz der Wildtiere, und ließen weder einen Einfluss auf das Verhalten der Wildtiere insgesamt noch auf das Verhalten der Autofahrer als Reaktion auf das Vorkommen von Wildtieren in Straßennähe erkennen.

Insgesamt lassen die Ergebnisse der vorliegenden Studie den Schluss zu, dass Wildwarnreflektoren zu keiner Verringerung der Wildunfallzahlen führen. Auch aus dem Verhalten der Tiere ließ sich ein möglicher Einfluss der Reflektoren nicht erkennen. Zusammengenommen sprechen die vorgelegten Befunde vielmehr dafür, dass Wildwarnreflektoren kein geeignetes Mittel darstellen um Wildunfälle zu vermeiden.

5.2. Empfehlungen

Aus der vorliegenden Untersuchungen lassen sich hinsichtlich der Vermeidung von Wildunfällen nur indirekt Empfehlungen ableiten. Nachdem Wildwarnreflektoren offenbar nicht wirken, kommt eine begrenzte Anzahl weiterer Möglichkeiten zur Unfallvermeidung in Betracht. Die naheliegendsten Lösungen wären eine Reduktion der Wilddichte (Hothorn et al. 2015), insbesondere des Rehwilds, und/oder eine drastische Verringerung des Individualverkehrs. Beides hätte zusätzliche Vorteile (geringere Verbisschäden im Wald, Verminderung des CO₂- und NO_x-Ausstoßes durch den Straßenverkehr) würde jedoch auf erhebliche Widerstände stoßen und könnte vermutlich nur ordnungsrechtlich in die Tat umgesetzt werden. Gleiches gilt für raumordnerische Lösungen, denen detaillierte Untersuchungen dazu vorangehen müssten, welche Faktoren auf Landschaftsebene bestimmte Straßenabschnitte zu Hotspots der Wildunfälle werden lassen. Wenn diese Faktoren bekannt wären (d. h. die Komposition bestimmter Landschaftselemente; zum Beispiel hohe Wildunfallgefahr wenn Einstand im Wald auf der einen und Fläche mit attraktivem Nahrungsangebot auf der anderen Seite durch eine Straße mit unübersichtlichem

Verlauf getrennt werden), könnte durch finanzielle Anreize versucht werden, die Landnutzer dazu zu bewegen, ökonomisch eventuell weniger profitable aber für das Wild weniger attraktive Feldfrüchte anzubauen. Die würde allerdings ein alle Landnutzungstypen umspannendes Raumordnungssystem erfordern, was in einem Land mit einer intensiven Verflechtung dieser Typen und verschiedener Besitzstrukturen und -größen mit vertretbarem Aufwand kaum möglich sein dürfte.

So bleiben vor allem technische Lösungen, wie festinstallierte Wildwarnanlagen, Zäune und Grünbrücken einerseits und Wildwarnsensoren am Auto andererseits. Während Wildwarnanlagen, Zäune und Grünbrücken aus Kostengründen und aus Gründen der praktischen Umsetzung kaum an allen Landstraßen realisierbar sind und auf stark befahrene Straßen beschränkt bleiben dürften, deuten sich in Richtung Fahrerassistenzsysteme durchaus technische Möglichkeiten zur Erkennung von Wild an. Nicht zuletzt die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass z.B. Wärmebildkameras ein geeignetes Instrument sein könnten, mit dem das Vorhandensein von Wild in der Nähe des Straßenraums oder auf der Fahrbahn erfasst werden könnte. Es gilt daher die Entwicklung solcher Systeme zu fördern und deren Verbreitung als Serienausstattung zu forcieren. Zudem ist auch weiterhin mit wiederholten Warnhinweisen wie Schildern und Kampagnen auf die Gefahr durch Wildunfälle hinzuweisen.

6. Literaturverzeichnis

- Aaris-Sørensen, J. (1995). Road-kills of badgers (*Meles meles*) in Denmark. *Annales zoologici Fennici*. 32, 31-36.
- Armstrong, J. J. (1992). An evaluation of the effectiveness of Swareflex deer reflectors. Ontario Ministry of Transportation (Hrsg). The Resesearch and Development Branch. Downsview, Ontario, Canada. S. 15.
- Ashley, E. P.; Robinson, J. T. (1996). Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. *Canadian Fieldnaturalist*. 110, 403–412.
- Aspinall, I. (1994). Evaluation of wildlife warning reflectors: VicRoads, Traffic Management Services, Traffic and Road Use Management Department. S. 39.
- Bakaba, J. E. (2003). Ableitung vereinfachter Modellansätze zur Geschwindigkeitsprognose auf Außerortsstraßen auf der Grundlage der verfügbaren Variablen aus der Straßendatenbank. Schriftenreihe SVA, Heft 05, 134 Seiten + Anhang
- Barlow, C. (1997). Performance evaluation of wildlife reflectors in British Columbia. In: *Proceedings of the second roads, rails and the environment workshop* (Hg. A.P. Clevenger and K. Wells), S. 62-67. Revelstoke, BC, Canada.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *J Stat Softw*. 67, 1–48.
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2015). Forstliches Gutachten zur Situation der Waldverjüngung 2015.
- Beauchamp, D. (1970). Deer Mirror Evaluation. California Department of Fish and Game. S. 8.
- Beben, D., Czyzewski, P., Manko, Z. (2004). Construction of largest in Europe bridge made from steel corrugated plates Super Cor type. *Inzynieria i Budownictwo*. 4, 74-77.
- Beben, D. (2012). Crossings for Animals – an Effective Method of Wild Fauna Conservation. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 20, 86-96.
- Beben, D., Manko, Z. (2006). Animal overpasses made as soil–steel objects. In 1st International Conference on ECOBRIDGE. S. 9-16.
- Belant, J. L. (1995). Moose collisions with vehicles and trains in northeastern Minnesota. *Alces* 31, 45–52.

- Bennett, A. F. (1991). Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In: D. A. Saunders und R. J. Hobbs (Hg.). Nature conservation 2. The role of corridors. Chipping Norton, N.S.W: Surrey Beatty & Sons in Association with Western Australian Laboratory of the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Wildlife Ecology, Western Australian Dept. of Conservation and Land Management; Western Australian Roadside Conservation Committee; Western Australian Main Roads Dept., S. 99–118.
- Benten, A., Annighöfer, P., Vor, T. (2018). Wildlife Warning Reflectors' Potential to Mitigate Wildlife-Vehicle Collisions—A Review on the Evaluation Methods. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 6, 37.
- Bertwistle, J. (2009). An Assessment of Strieter Lite Reflectors. Jasper National Park, Alberta, Canada. S. 10.
- BfN (2014). Dauer der Vegetationsperiode. <https://biologischevielfalt.bfn.de/nationale-strategie/indikatoren-und-berichterstattung/indikatorenbericht-2014/indikatoren/dauer-der-vegetationsperiode.html>, zuletzt geprüft am 30.09.2018.
- Blackwell, B. F., Seamans, T.W., DeVault, T.L. (2014). White-Tailed Deer Response to Vehicle Approach: Evidence of Unclear and Present Danger. *PLoS ONE* 9, e109988.
- BMVI (2017). Infrastruktur. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/infrastruktur-statistik.html>, zuletzt geprüft am 30.09.2018.
- Boyd, R. J. (1966). Deer mirrors. Do they work? *Outdoor Facts*. 6, 44-45.
- Brieger, F., Hagen, R., Kröschel, M., Hartig, F., Petersen, I., Ortmann, S., Suchant, R. (2017). Do roe deer react to wildlife warning reflectors? A test combining a controlled experiment with field observations. *European Journal of Wildlife Research*. 63(5), 72.
- Brockhaus, J. (2017). Influence of silvi- and agricultural land-use patterns on wildlife-vehicle collisions in the county of Göttingen. Masterarbeit, Universität Göttingen. S. 161.
- Broekhuizen, van, S., Derckx, H. (1996). Durchlässe für Dachse und ihre Effektivität. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*. 42, 134–142.
- Bruinderink, G.W.T.A., Hazebroek, E. (1996). Ungulate Traffic Collisions in Europe. *Conservation Biology*. 10, 1059–1067.
- Chevrier, T., Saïd, S., Widmer, O., Hamard, J-P., Saint-Andrieux, C., Gaillard, J-M. (2012). The oak browsing index correlates linearly with roe deer density: a new indicator for deer management? *European Journal of Wildlife Research*. 58, 17-22.

- Christensen, K. (2016). Evaluation of Strieter-Lite Wild Animal Highway Warning Reflector System TM on Reducing Vehicle-Animal Collisions. Hg. v. Montana Department of Transportation. S. 9.
- Clarke, G. P., White, P. C. L., Harris, S. (1998). Effects of roads on badger (*Meles meles*) populations in south-west England. *Biological Conservation*. 86, 117–124.
- Clevenger, A. P., Chruszcz, B., Gunson, K. E. (2001). Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. In: *Wildlife Society Bulletin*. 29, 646–653,
- Clevenger, A. P., Waltho, N. (2005). Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation*. 121, 453–464.
- Colino-Rabanal, V. J., Langen, T. A., Peris, S. J., Lizana, M. (2018). Ungulate-vehicle collision rates are associated with the phase of the moon. *Biodiversity Conservation*. 27, 681-694.
- Conover, M. R. (1997). Wildlife management by metropolitan residents in the United States: practices, perceptions, costs and values. *Wildlife Society Bulletin*. 25, 306-311.
- Conover, M. R. (2002). *Resolving wildlife conflicts: the science of wildlife damage management*. Lewis. Boca Raton, Florida. 418 pp.
- Cottrell, B. H. (2003). Technical assistance report: evaluation of deer warning reflectors in Virginia. In: Virginia Transportation Research Council in cooperation with US Department of Transportation and Federal Highway Administration. VTRC. S. 21.
- Dalton, L. B., Stranger, M. C. (1990). Effectiveness of swareflex reflectors at reducing mule deer-vehicle collisions. In: Utah Division of Wildlife Resources. S. 7.
- D'Angelo, G., Chiccis, A., Osborn, D. A., Gallagher, G. R., Warren, R. J., Miller, K. V. (2007). Hearing Range of White-Tailed Deer as Determined by Auditory Brainstem Response. *Journal of Wildlife Management*. 71, 1238–1242.
- D'Angelo, G., D'Angelo, J., Gallagher, G. R., Osborn, D. A., Miller, K. V., Warren, R. J. (2006). Evaluation of Wildlife Warning Reflectors for Altering White-Tailed Deer Behavior Along Roadways. *Wildlife Society Bulletin*. 34, 1175–1183.
- Danielson, B. J., Hubbard, M. W. (1998). A literature review for assessing the status of current methods of reducing deer-vehicle collisions. The Task Force on Animal Vehicle Collisions, The Iowa Department of Transportation and the Iowa Department of Natural Resources. Verfügbar unter: http://www.academia.edu/download/40473381/3_-_Methods_for_Reducing_Deer-Vehicle_Accidents__1998.pdf. S. 30.

- DeNicola, A. J.- VerCauteren, K. C.- Curtis, P. D.- Hygnstrom, S. E. (2000). Managing white-tailed deer in suburban environments. In: Cornell Cooperative Extension, Ithaca, New York, USA. S. 57.
- DeNicola, A. J., Williams, S. C. (2008). Sharpshooting suburban white-tailed deer reduces deer-vehicle collisions. *Human-Wildlife Interactions*. 2, 28–33.
- Dietrich, U. (1984). Ergebnisse und Tendenzen der Forschung am Wildschwein *Sus scrofa* in den Jahren 1975-1983. *Säugetrierkundliche Mitteilungen*. 31, 223-237.
- Donaldson, B. (2007). Use of Highway Underpasses by Large Mammals and Other Wildlife in Virginia: Factors Influencing Their Effectiveness. *Transportation Research Record* 2011. S. 157–164. DOI: 10.3141/2011-17.
- DWD (2014). Wann und warum verfärbt sich das Laub. <https://www.wetter.de/cms/wann-und-warum-verfaerbt-sich-das-laub-2076226.html>, zuletzt geprüft am 30.09.2018.
- DWD (2018). Vegetationszeit. Online verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaueberwachung/phaenologie/produkte/vegetationszeit/vegetationszeit.html>. Zuletzt besucht 25.06.2018.
- Eklom, S. (1979). Viltolyckor med vägtrafik. Undersökning av viltspelar effekt. Hg. v. Statens Vägverk. Zoological Institute, Stockholms University. Stockholm, Sweden. S. 14.
- Falk, N. W., Graves, H. B., Bellis, E. D. (1978). Highway right-of-way fences as deer deterrents. *The Journal of Wildlife Management*. 42, 646–650.
- Fehlberg, U. (1994). Ecological Barrier Effects of Motorways on Mammalian Wildlife - An Animal Protection Problem. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*. 101, 125–129.
- Finder, R. A., Roseberry, J. L., Woolf, A. (1999). Site and landscape conditions at white-tailed deer/vehicle collision locations in Illinois. *Landscape and Urban Planning*. 44, 77–85.
- Fokkema, M.; Smits, N.; Zeileis, A.; Hothorn, T.; Kelderman, H. (2017): Detecting treatment-subgroup interactions in clustered data with generalized linear mixed-effects model trees. *Behavior Research Methods*. DOI: 10.3758/s13428-017-0971-x.
- Ford, S. G., Villa, S. L. (1993). Reflector Use and the Effect they have on the Number of Mule Deer Killed on California Highways. Final Report. Sacramento, Californien. Department of Transportation. S. 12.
- Forman, R.T.T., Friedman, D. S., Fitzhenry, D., Martin, J. D., Chen, A. S., Alexander, L.E. (1997). Ecological effects of roads: Towards three summary indices and an overview for North America. In: Kees Canters, Annette Piepers und Dineke Hendriks-Heersma (Hg.).

- Habitat fragmentation & infrastructure. Proceedings of the international conference 'Habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering'. Unter Mitarbeit von K. Canters. Maastricht, Den Hague, the Netherlands, September 1995. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering division. Delft. S. 40–54.
- Forman, R. T. T., Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecological Systems*. 29, 207–231.
- Forman, R. T. T., Deblinger, R. D. (2000). The Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts (U.S.A.) Suburban Highway. *Conservation Biology*. 14, 36–46.
- Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H. (2003). *Road ecology. Science and Solutions*: Island Press Washington, DC. S. 481.
- Frey-Roos, F. (2009). *Wildbiologie einheimischer Säugetiere*. Universität für Bodenkultur. Wien, unveröff.
- GDV (2017). Täglich kracht es 720 Mal. <https://www.gdv.de/de/themen/news/taeglich-kracht-es-720-mal-25556>., zuletzt geprüft am 30.09.2018
- Gibby, R., Clewell, R. (2006). Evaluation of Wildlife Warning Systems and Other Countermeasures. Hg. v. Nevada Department of Transportation. Online verfügbar unter https://www.nevadadot.com/uploadedFiles/06_010.pdf, zuletzt geprüft am 03.06.2014.
- Gilbert, J. R. (1982). Evaluation of deer mirrors for reducing deer-vehicle collisions. Final Report. Springfield, VA: Federal Highway Administration. S. 14.
- Gladfelter, L. (1984). Effect of wildlife highway warning reflectors on deer-vehicle accidents. Projekt HR-210, Boone, IO:Highway Research Board. S. 11.
- Google Scholar (2018). <https://scholar.google.de/>, zuletzt geprüft am 30.09.2018.
- Gordon, D. F. (1967). Deer Mirror- a clearer picture. The effectiveness of Van De Ree Mirrors. *Outdoor Facts*. 6, 77-79.
- Grenier, R. H. (2002). A study of the effectiveness of Strieter-Lite® wild animal highway warning reflector systems. Commissioned report for Strieter Corporation. Online verfügbar unter: http://s234714626.onlinehome.us/images/scientific_report.pdf. S. 19, zuletzt geprüft am 30.09.2018.
- Griffis, J. L. (1984). Effects of Swareflex wildlife highway warning reflectors on behavior and mortality of white-tailed deer. Masterarbeit. Southern Illinois University at Carbondale, Carbondale, USA. S. 71.

- Gritzka, K., Baird, M. H., Zachary N. (2010). Deer-vehicle collisions, deer density, and land use in Iowa's urban deer herd management zones. *Accident; analysis and prevention.* 42, 1916-1925.
- 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. Joint Transportation Research Program. S. 257.
- Gundersen, H., Andreassen, H. P. (1998). The risk of moose *Alces alces* collision: A predictive logistic model for moose-train accidents. *Wildlife Biology.* 4, 103–110.
- Gunson, K. E., Mountrakis, G., Quackenbush, L. J. (2011). Spatial wildlife-vehicle collision models: A review of current work and its application to transportation mitigation projects. *Journal of Environmental Management.* 92, 1074–1082.
- Hammond, C., Wade, M. G. (2004). Deer avoidance: the assessment of real world enhanced deer signage in a virtual environment. Minnesota Department of Transportation. Online verfügbar unter: <https://conservancy.umn.edu/handle/799>. S. 54, zuletzt geprüft am 30.09.2018.
- Hansen, L. (2009). Oh deer! Whitetail-vehicle accidents. *Missouri medicine.* 106, 410–412.
- Harris, L. D., Scheck, J. (1991). From implications to applications: the dispersal corridor principle applied to the conservation of biological diversity. In: D. A. Saunders und R. J. Hobbs (Hg.). *Nature conservation 2. The role of corridors*, Bd. 2. Chipping Norton, N.S.W: Surrey Beatty & Sons in Association with Western Australian Laboratory of the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Wildlife Ecology, Western Australian Dept. of Conservation and Land Management; Western Australian Roadside Conservation Committee; Western Australian Main Roads Dept. S. 189–220.
- Hedlund, J. H., Curtis, P. D., Curtis, G., Williams, A. F. (2004). Methods to reduce traffic crashes involving deer: what works and what does not. *Traffic Injury Prevention.* 5, 122–131.
- Hildebrand, E., Hodgson, K. (1995). Effectiveness of Optical Fences in Reducing Vehicle-Deer Collisions in New Brunswick. In: *Proceedings of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference IX.* Quebec, Canada. S. 131-144.
- Hodson, N. L. (1966). A survey of road mortality in mammals (and including data for the grass snake and common frog). *Journal of Zoology.* 148, 576–579.
- Hothorn, T., Brandl, R., Müller, J. (2012). Large-scale model-based assessment of deer-vehicle collision risk. *PLoS One.* 7, e29510.

- Hothorn, T., Jörg, M., Held, L., Möst, L., Mysterud, A. (2015). Temporal patterns of deer-vehicle collisions consistent with deer activity pattern and density increase but not general accident risk. *Accident Analysis and Prevention*. 81, 143-152.
- Hothorn, T., Zeileis, A., Farebrother, R. W., Cummins, C., Millo, G., Mitchell, D. (2015). lmerTest: Testing linear regression models. R package version 0.9-34, URL <http://cran.r-project.org/web/packages/lmerTest>.
- Hothorn, T., Hornik, K., Zeileis, A. (2006). Unbiased recursive partitioning: A conditional inference framework. *Journal of Computational and Graphical statistics*. 15, 651-674.
- Hothorn, T., Bretz, F., Westfall, P. (2008). Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical journal*. 50, 346-363.
- Hubbard, M. W., Danielson, B. J., Schmitz, R. A. (2000). Factors Influencing the Location of Deer-Vehicle Accidents in Iowa. *The Journal of Wildlife Management*. 64, 707.
- Huijser, M., McGowen, P. T., Camel, W., Hardy, A., Wright, P., Clevenger, A. (2006). Animal Vehicle Crash Mitigation using advanced technology. Phase I: Review, Design and Implementation. Oregon Department of Transportation. Washington, D.C. S. 292.
- Hülsmann, B. (1998). Verhaltensbeobachtungen an einheimischen Wildarten bei Fahrbahnüberquerungen unter Berücksichtigung von Tierschutzaspekten.- Inaugural Dissertation, Justus-Liebig-Universität Giessen. 82 S.
- Ingebrigtsen, D. K., Ludwig, J. R. (1986). Effectiveness of Swareflex Wildlife Warning Reflectors in reducing deer-vehicle collisions in Minnesota: Department of Natural Resources. S. 8.
- Jared, D. (2002). Evaluation of Wild Animal Highway Warning Reflectors: Office of Materials and Research, Georgia Department of Transportation. Special Assignment. S. 10.
- Jaren, V., Andersen, R., Ulleberg, M., Pedersen, P.H., Wiseth, B. (1991). Moose-train collisions: the effects of vegetation removal with a cost-benefit analysis. *Alces*. 27, 93-99.
- Jedicke, E. (1994). Biotopverbund in europäischer Dimension. *Naturschutz und Landschaftsplanung*. 26, 35-39.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*. 113, 363-375.
- Kloetzli, F. (1965). Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und GrünlandGesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes.- Verlag Hans Huber. Bern. 186 S.
- Knapp, K. K., Yi, X., Oakasa, T., Thimm, W., Hudson, E., Rathmann, C. (2004). Deer-vehicle crash countermeasure toolbox: a decision and choice resource. *Midwest Regional*

University Transportation Center, Deer-Vehicle Crash Information Clearinghouse,
University of Wisconsin-Madison. S. 263.

Kurt, F. (1977). Wildtiere in der Kulturlandschaft.- Eugen Rentsch Verlag, Erlenbach-Zürich.
175 S.

Ladstätter, K. (1974). Wildwarnreflektoren. Der Anblick. 29, 378.

Lalo, J. (1987). The problem of road-kill. American Forests. 93, 50-52.

Lehtimäki, R. (1979). Elk mirrors and traffic. Deer and Traffic. Ministry of Agriculture and
Forestry. S. 22.

Libja, L. E., Gundersen, M. (2001). Viltreflektorers virkning på elgens kryssing av veg.
Prosjektrapport. Høgskolen i Hedmark, Evenstad. avd. for skog- og utmarksfag, Evenstad.
S. 34.

Lien Aune, L. (2004). Viltreflektorers virkning på elgens kryssing av vei. Prosjektrapport.
Høgskolen i Hedmark, Evenstad. avd. for skog- og utmarksfag, Evenstad. S. 30.

Lück, F. W. (1977). Untersuchung an einer Swareflex-Wildwarnreflektoranlage im
Reinhardswald. Diplomarbeit. Universität Göttingen. Institut für Wildbiologie und
Jagdkunde. S. 110.

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., Fyhn, H. W., Prang, A. (1998). Traffic killed animals in landscape ecological
planning and research. Trafikdræbte dyr i landskabsøkologisk planlægning og forskning.
228. Aufl. Hg. v. Miljø- og Energiministeriet. Afdeling for Landskabsøkologi. Århus. S.43.

Marcoux, A., Hickling, G., Riley, S., Winterstein, S. (2005). Situational and Driver
Characteristics Associated With Deervehicle Collisions in Southeastern Michigan. In: D. L.
Nolte und K. A. Fagerstone (Hg.). Proceedings of the 11th Wildlife Damage Management
Conference. Wildlife Damage Management Conference. Traverse City, MI. S. 363–374.

Mastro, L. L., Conover, M. R., Frey, S. N. (2008). Deer–vehicle collision prevention
techniques. Human-Wildlife Conflicts. 2, 80–92.

Mata, C., Hervás, I., Herranz, J., Suárez, F., Malo, J. E. (2005). Complementary use by
vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. Biological
Conservation. 124, 397–405.

- Mayr, A., Hothorn, T., Fenske, N. (2012). Prediction intervals for future BMI values of individual children-a non-parametric approach by quantile boosting. *BMC Medical Research Methodology*. 12, 6.
- McShea, W. J., Stewart, C. M., Kearns, L. J., Liccioli, S., Kocka, D. (2008). Factors affecting autumn deer-vehicle collisions in a rural Virginia county. *Human-Wildlife Conflicts*. 2, 110–121.
- Mosler-Berger, C. (2011). Massnahmen gegen Wildunfälle auf Straßen. ein Überblick. *Straße und Verkehr*. 6, 14.
- Mysterud, A., Lian, L.-B., Hjernann D.Ø. (1999). Scale-dependent trade-offs in foraging by European roe deer (*Capreolus capreolus*) during winter. *Canadian Journal of Zoology*. 77, 1486-1493.
- Ng, S. J., Dole, J. W., Sauvajot, R. M., Riley, S. P. D., Valone, T. J. (2004). Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation*. 115, 499–507.
- Nielsen, C. K., Anderson, R. G., Grund, M. D. (2003). Landscape Influences on Deer-Vehicle Accident Areas in an Urban Environment. *The Journal of Wildlife Management*. 67, 46.
- Olbrich, P. (1984). Untersuchung der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlässen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*. 30, 101–116.
- Ossinger, M. (1992). Discovery Bay deer reflector study. Progress report for May 1992. Hg. v. Washington State Department of Transportation. Olympia, Washington. S. 7.
- Pafko, F., Kovach, B. (1996). Experience with deer reflectors. Minnesota Experience with Deer Reflectors. Hg. v. Office of Environmental Services. Minnesota Department of Transportation. S.7.
- Phillips, G. E; Alldredge, W.; Andree, W. W. (2001). Mitigating disturbance of migrating mule deer caused by cyclists and pedestrians at a highway underpass near Vail, Colorado. In: Proceedings, International Conference on Ecology and Transportation. S. 627–628. ICOET. International Conference on Ecology and Transportation. Keystone, Colorado, September 24-28. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University.
- Putman, R. J. (1997). Deer and Road Traffic Accidents: Options for Management. *Journal of Environmental Management*. 51, 43–57.
- Queal, L. M. (1968). Effectiveness of roadside mirrors in controlling deer-car accidents. Research and Development Report No. 137. Michigan Dept. of Conservation. S.9.

- Ramp, D., Croft, D. B. (2006). Do wildlife warning reflectors elicit aversion in captive macropods? *Wildlife Research*. 33, 583–590.
- Reeve, A. F., Anderson, S. H. (1993). Ineffectiveness of Swareflex reflectors at reducing deer-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*. 21, 127–132.
- Remmert, H. (1992). *Ökologie: Ein Lehrbuch*. Berlin: Springer Lehrbuch. S. 380.
- Rodriguez, A., Delibes, M. (1992). Current range and status of the Iberian lynx *Felis pardina* Temminck, 1824 in Spain. In: *Biological Conservation*. 61, 189–196.
- Rodts, J., Holsbeek, L., Muyltermans, S. (1998). *Dieren onder onze wielen: fauna en wegverkeer*: Vubpress. Brüssel, Belgium. 190 pp.
- Romin, L. A., Bissonette, J. A. (1996). Temporal and spatial distribution of highway mortality of mule deer on newly constructed roads at Jordanelle Reservoir, Utah. *Western North American Naturalist*. 56, 1–11.
- Romin, L. A., Dalton, L. B. (1992). Lack of response by mule deer to wildlife warning whistles. In: *Wildlife Society Bulletin*. 20, 382–384.
- Rudelstorfer, K., Schwab, K. (1975). *Optische Einrichtungen im Dienste der Verkehrssicherheit*. Universität Innsbruck, Österreich. S. 57.
- Rutberg, A. T., Naugle, R. E. (2008). Deer–vehicle collision trends at a suburban immunocontraception site. *Human-Wildlife Conflicts*. 2, 60-67.
- Rutberg, A. T., Naugle, R. E., Thiele, L. A., Liu, I. K. (2004). Effects of immunocontraception on a suburban population of white-tailed deer *Odocoileus virginianus*. *Biological Conservation*. 116, 243-250.
- Santos, P., Mexia-de-Almeida, L. Petrucci-Fonseca, F. (2004). Habitat selection by wild boar *Sus scrofa* L. In Alentejo, Portugal. *Galemys*. 16, 167-184.
- Schafer, J. A., Carr, W. P., Penland, S. (1985). Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer-vehicle accidents in Washington State. *Journal of safety research*. 19, 99–100.
- Scheifele, P. M., Browning, D. G., Collins-Scheifele, L. M. (2003). Analysis and effectiveness of deer whistles for motor vehicles: frequencies, levels, and animal threshold responses. *ARLO*. 4, 71.
- Schulze, C., Polster, J.U. (2017). Wirkungsweise von Wildwarnern. Heft 1127/2017. In: *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*. Hrsg: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. S. 96

- Seiler, A., Helldin, J. O., Seiler, C. (2004). Road mortality in Swedish mammals - Results of a driver's questionnaire. *Wildlife Biology*. 10, 225–233.
- Seiler, A., Helldin, J. O., Eckersten, T. (2003). Road mortality in Swedish badgers (*Meles meles*). Effect on population. In: The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden. PhD thesis. SLU, Uppsala, Grimsö. Department for Conservation Biology.
- Sivic, A., Le Sielecki (2001). Wildlife Warning Reflectors Spectrometric Evaluation. Ministry of Transportation and Highways. Victoria, BC, Canada. S. 24.
- Stafford, K. C., DeNicola, A. J., Kilpatrick, H. J. (2003). Reduced abundance of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) and the tick parasitoid *Ixodiphagus hookeri* (Hymenoptera: Encyrtidae) with reduction of white-tailed deer. *Journal of medical entomology*. 40, 642–652.
- Storm, D. J., Nielsen, C. K., Schauber, E. M., Woolf, A. (2007). Deer–human conflict and hunter access in an exurban landscape. *Human-Wildlife Conflicts*. 1, 53-59.
- Strein, M., Burghardt, F., Haas, F. Suchant, R. (2008). Pilotprojekt Elektronische Wildwarnanlage B292 bei Aglasterhausen. Forestry Research Institute Baden-Württemberg. Freiburg. S. 41.
- SUB (2018). <https://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/LNG=DU/CMD?ACT=SRCHA&IKT=1016&SRT=YO P&TRM=>, zuletzt geprüft am 30.09.2018.
- Sudharsan, K., Riley, S. J., Winterstein, S. R. (2006). Relationship of autumn hunting season to the frequency of deer-vehicle collisions in Michigan. *Journal of Wildlife Management*. 70, 1161–1164.
- Sullivan, T. L., Messmer, T. A. (2003). Perceptions of deer-vehicle collision management by state wildlife agency and department of transportation administrators. *Wildlife Society Bulletin*. 31, 163–173.
- Sullivan, T. L., Williams, A. F., Messmer, T. A., Hellinga, L. A., Kyrychenko, S. Y. (2004). Effectiveness of temporary warning signs in reducing deer-vehicle collisions during mule deer migrations. *Wildlife Society Bulletin*. 32, 907–914.
- Trothe, C., Meißner, M., Herzog, S. (2016). Wildunfälle verhindern - was hilft wirklich? Präventionsmaßnahmen auf dem Prüfstand. Institut für Wildtierbiologie Göttingen und Dresden e.V. Abschlussbericht. S. 153.
- Ujvari, M., Baagøe, H.J., Madsen, A.B. (1998). Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer-vehicle collisions: a behavioral study. *The Journal of Wildlife Management*. 62, 1094–1099.

- Ujvári, M., Baagoe, H. J., Madsen, A. B. (2004). Effectiveness of acoustic road markings in reducing deer-vehicle collisions: a behavioural study. *Wildlife Biology*. 10, 155-159.
- Valitzski, S. A., D'Angelo, G. J., Gallagher, G. R., Osborn, D. A., Miller, K. V., Warren, R. J. (2009). Deer responses to sounds from a vehicle-mounted sound-production system. *Journal of Wildlife Management*. 73, 1072-1076.
- van der Ree, R., Smith, D. J., Grilo, C. (Eds.). (2015). *Handbook of road ecology*. John Wiley & Sons, Ltd. New Jersey, USA. S. 552.
- van Gelder, J. J. (1973). A quantitative approach to the mortality resulting from traffic in a population of *Bufo bufo* L. *Oecologia*. 13, 93–95.
- van Langevelde, F., van Dooremalen, C., Jaarsma, C.F. (2009). Traffic mortality and the role of minor roads. *Journal of Environmental Management*. 90, 660–667.
- Voß, H. (2007). Unfallhäufungen mit Wildunfällen. Modellversuch im Oberbergischen Kreis. Berlin: GDV, Unfallforschung der Versicherer (Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer, 2007,1). S. 41.
- Ward, A.I., White, P.C.I., Walker, N.J., Critchley, C.H. (2008). Conifer leader browsing by roe deer in English upland forests: Effects of deer density and undersotrey vegetation. *Forest Ecology and Management*. 256, 1333-1338.
- Waring, G. H., Griffis, J. L., Vaughn, M. E. (1991). White-tailed deer roadside behavior, wildlife warning reflectors, and highway mortality. *Applied Animal Behaviour Science*. 29, 215–223.
- Web of Knowledge (2018). www.webofknowledge.com/, zuletzt geprüft am 30.09.2018.
- Wood, P., Wolfe, M. L. (1988). Intercept feeding as a means of reducing deer-vehicle collisions. In: *Wildlife Society Bulletin*. 16, 376-380.
- Woodard, T. N., Reed, D. F., Pojar, T. M. (1973). Effectiveness of Swareflex wildlife warning reflectors in reducing deer-vehicle accidents. *Colorado Division of Wildlife*. S. 5.
- Woodham, D. (1991). Evaluation of Swareflex Wildlife Warning Reflectors. Hg. v. Colorado Department of Highways. Colorado Department of Highways. Online verfügbar unter <https://www.codot.gov/programs/research/pdfs/1991-research-reports/swareflex.pdf>, zuletzt geprüft am 30.09.2018.
- Zacks, J. L. (1985). An investigation of Swareflex wildlife warning reflectors: Michigan Department of Transportation. S. 59.
- Zeileis, A., Hothorn, T., Hornik, K. (2008). Model-based recursive partitioning. *Journal of Computational and Graphical Statistics*. 17, 492-514.

Abbildungsverzeichnis

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Anzahl der PKW-Unfälle und Leistungen der Teil- und Vollkaskoversicherer zwischen 2008 und 2017 | 1 |
| Abbildung 2: Versuchsdesign (Erläuterungen siehe Text) | 22 |
| Abbildung 3: Wildunfälle pro 1 km Abschnitt im Landkreis Göttingen..... | 23 |
| Abbildung 4: Teststrecken im Landkreis Göttingen..... | 24 |
| Abbildung 5: Teststrecken im Lahn-Dill Kreis | 26 |
| Abbildung 6: Teststrecken im Landkreis Kassel..... | 27 |
| Abbildung 7: Teststrecken im Landkreis Höxter..... | 28 |
| Abbildung 8: Fragebogen zur Wildunfallmeldung..... | 29 |
| Abbildung 9: Monatliche Wildunfallzahlen im Landkreis Göttingen von Oktober 2014 bis Dezember 2016 | 30 |
| Abbildung 10: Zahl der verunfallten Tiere nach Wildart im Landkreis Göttingen im gesamten Untersuchungszeitraum(Okttober 2014 bis Dezember 2016)..... | 30 |
| Abbildung 11: Monatliche Wildunfallzahlen im Lahn-Dill Kreis von Dezember 2014 bis Dezember 2016 | 31 |
| Abbildung 12: Zahl der verunfallten Tiere nach Wildart im Lahn-Dill-Kreis im gesamten Untersuchungszeitraum (Dezember 2014 bis Dezember 2016)..... | 31 |
| Abbildung 13: Monatliche Wildunfallzahlen im Landkreis Höxter von Mai 2015 bis September 2017 | 32 |
| Abbildung 14: Zahl der verunfallten Tiere nach Wildart im Landkreis Höxter im gesamten Untersuchungszeitraum (Mai 2015 bis September 2017) | 32 |
| Abbildung 15: Monatliche Wildunfallzahlen im Landkreis Kassel von Mai 2015 bis Oktober 2017 | 33 |
| Abbildung 16: Zahl der verunfallten Tiere nach Wildart im Landkreis Kassel im gesamten Untersuchungszeitraum (Mai 2015 bis Oktober 2017) | 33 |
| Abbildung 17: Verteilung der Teststrecken (n=151) auf Klassen der Verkehrsstärke..... | 35 |
| Abbildung 18: Verbauung von Pfaden, Fahrradwegen, Fußwegen, Brücken, Geländern und Tunnel entlang der Teststrecken..... | 36 |
| Abbildung 19: Orographische Geländemerkmale innerhalb von 200 m zur Teststrecke | 37 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 20: Anteil der Geschwindigkeitsbegrenzungen an der Gesamtteststreckenlänge | 38 |
| Abbildung 21: Regelquerschnitte auf den Teststrecken (n=151) in den Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter | 39 |
| Abbildung 22: Breite des Straßenseitenraums auf den Teststrecken (n=151) in den Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter | 40 |
| Abbildung 23: Anzahl der Fahrbahnen auf den Teststrecken (n=151) in den Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter | 40 |
| Abbildung 24: Flächen der Landnutzungstypen im 200 m Umkreis der Teststrecken | 41 |
| Abbildung 25: Forstliche Nutzung entlang der Teststrecken | 42 |
| Abbildung 26: Waldbestandsdichte entlang der Teststrecken..... | 43 |
| Abbildung 27: Entfernungen der Start- und Endpunkte der Teststrecken zu der nächstgelegenen Ortschaft..... | 45 |
| Abbildung 28: Zeitliche Verteilung der Wildunfälle im Landkreis Göttingen zwischen 2014- 2016 | 46 |
| Abbildung 29: Zustand der Bäume bei Wildunfällen im ersten Untersuchungsjahr in den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill..... | 47 |
| Abbildung 30: Zustand der Bäume bei Wildunfällen im ersten Untersuchungsjahr in den Landkreisen Höxter und Kassel | 47 |
| Abbildung 31: Pufferstreifen zur Erfassung der Nutzungsform und landwirtschaftlichen Anbaufrüchte | 48 |
| Abbildung 32: Anzahl verbissener Pflanzen als potentieller Indikatorwert für Aufenthaltszeit in Abhängigkeit der Entfernung zur Straße für 12 bewaldete Teststrecken im Landkreis Göttingen (a) und Scatterplot der Anzahl verbissener Pflanzen und der Anzahl Wildunfälle (b) im Jahr der Aufnahme..... | 53 |
| Abbildung 33: Anteil der Paarungs- und Setzzeit bei Reh-, Rot- und Schwarzwild an der Länge des Untersuchungszeitraums (Anteil Zeitraum) bzw. an der Gesamtzahl der Wildunfälle (Anteil Wildunfälle) im ersten Untersuchungsjahr in den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill..... | 55 |
| Abbildung 34: Anzahl der Wildunfälle auf den Teststrecken je km in den Landkreisen Göttingen (n=43) und Lahn-Dill-Kreis (n=58) im Untersuchungszeitraum. | 67 |
| Abbildung 35: Anzahl der Wildunfälle auf den Teststrecken je km in den Landkreisen Höxter (n=30) und Kassel (n=20) im Untersuchungszeitraum. | 67 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 36: Anzahl der Wildunfälle auf den Teststrecken je km je nach Reflektorart (dunkelblau n=51, hellblau n=50, bunt n=50)..... | 68 |
| Abbildung 37: Anzahl der Wildunfälle (auf der logarithmischen Skala) für die zwei möglichen Behandlungssequenzen (+, -) und (-, +).. | 69 |
| Abbildung 38: Anzahl der Wildunfälle (auf der logarithmischen Skala) für die zwei möglichen Behandlungssequenzen (+, -) und (-, +), getrennt nach Wildarten | 70 |
| Abbildung 39: Verteilung aller 1984 im Zuge der vorliegenden Untersuchung erfassten Wildunfälle im Jahresverlauf, getrennt nach Sonnenauf-, bzw. untergang (MEZ). | 71 |
| Abbildung 40: Verteilung der Wildunfälle von Reh-(Rot- und Dam-)wild (links) bzw. Schwarzwild (rechts) und andere Tierarten (unten) im Jahresverlauf, die blauen Linien markieren die Zeit des Sonnenauf- bzw. untergangs (MEZ). | 72 |
| Abbildung 41: Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge..... | 73 |
| Abbildung 42: Fluchtdistanz von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge (bei Flucht <550 m). | 74 |
| Abbildung 43: Reaktion von Wildtieren auf herannahende Fahrzeuge (Sichern = Kopf heben, mit gerecktem Hals verharren, Flucht = plötzliches und schnelles Entfernen, Fortbewegen = langsames, unaufgeregtes Entfernen, keine Reaktion erkennbar = Tier hält vorangehendes Verhalten bei)..... | 75 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Anhang

Tabelle A1: Basisinformationen zu den Teststrecken in den Landkreisen Göttingen und Lahn-Dill. Die bei den Reflektortypen angegebenen Abkürzungen beziehen sich auf folgende Produkte: db = „dunkelblaue“ Reflektoren, Hersteller Schilderwerk Beutha, Produktname „Halbkreisreflektor“; hb = hellblaue Reflektoren, Hersteller Beilharz, Produktname „Der General“; a = opto-akustische Reflektoren, Hersteller Wegu Gummiformteile, Produktname „Wildwarner akustisch“. * im zweiten Testjahr angebrachte Reflektoren verblieben in Absprache mit den Straßenbehörden vor Ort.

| Teststreckenidentifizierung | | | | | Testjahr | | Reflektorart | Koordinaten | | | | Zeiten Wildwarnreflektoren | |
|-----------------------------|-------|---------------|-----------|-----------|----------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|
| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen |
| 1 | L 554 | Landesstraße | 1940.03 | Göttingen | x | | db | 51°34'28.23" | 9°43'16.33" | 51°34'47.06" | 9°42'11.13" | 02.10.2014 | 02.10.2015 |
| 2 | K 32 | Kreisstraße | 1595.44 | Göttingen | | x | db | 51°29'17.46" | 9°51'58.25" | 51°29'01.83" | 9°50'39.99" | 16.12.2015 | * |
| 3 | L 561 | Landesstraße | 2068.50 | Göttingen | x | | db | 51°27'26.95" | 9°38'29.50" | 51°28'27.49" | 9°38'22.76" | 02.10.2014 | 02.10.2015 |
| 4 | K 226 | Kreisstraße | 1992.59 | Göttingen | x | | hb | 51°24'08.18" | 9°40'49.78" | 51°24'11.26" | 9°42'27.35" | 29.09.2014 | 29.09.2015 |
| 5 | B 496 | Bundesstraße | 2194.15 | Göttingen | | x | hb | 51°23'37.94" | 9°37'41.49" | 51°23'17.10" | 9°37'23.52" | 16.12.2015 | * |
| 6 | L562 | Landesstraße | 2214.39 | Göttingen | x | | hb | 51°22'18.69" | 9°36'45.60" | 51°21'25.47" | 9°35'38.11" | 15.12.2014 | 16.12.2015 |
| 7 | L 559 | Landesstraße | 2184.71 | Göttingen | | x | hb | 51°27'7.50" | 9°50'27.76" | 51°27'46.19" | 9°49'08.82" | 07.10.2015 | * |
| 8 | L 564 | Landesstraße | 2147.57 | Göttingen | | x | db | 51°26'33.98" | 9°51'07.05" | 51°25'43.75" | 9°50'23.95" | 05.10.2015 | * |
| 9 | B 446 | Bundesstraße | 1530.67 | Göttingen | | x | db | 51°34'58.54" | 10° 3'55.43" | 51°34'46.00" | 10° 5'03.21" | 17.12.2015 | * |
| 10 | B 446 | Bundesstraße | 1679.57 | Göttingen | x | | hb | 51°36'15.96" | 9°59'47.01" | 51°35'58.91" | 0° 1'06.86" | 06.10.2014 | 06.10.2015 |
| 11 | B 446 | Bundesstraße | 1991.48 | Göttingen | | x | hb | 51°35'50.96" | 10°02'09.93" | 51°35'17.42" | 10°03'27.75" | 01.10.2015 | * |
| 12 | K 108 | Kreisstraße | 960.48 | Göttingen | | x | db | 51°34'59.63" | 10°17'27.11" | 51°35'11.68" | 10°16'42.02" | 17.12.2015 | * |
| 13 | K 108 | Kreisstraße | 1276.27 | Göttingen | | x | hb | 51°35'39.94" | 10°15'31.77" | 51°35'19.73" | 10°16'24.90" | 17.12.2015 | * |
| 14 | B 27 | Bundesstraße | 2037.12 | Göttingen | | x | hb | 51°34'33.46" | 10°07'29.81" | 51°35'13.14" | 10°08'52.08" | 01.10.2015 | * |
| 15 | B 27 | Bundesstraße | 2036.43 | Göttingen | x | | hb | 51°35'57.01" | 10°12'08.99" | 51°35'27.37" | 10°10'40.96" | 16.12.2014 | 14.12.2015 |
| 16 | K 37 | Kreisstraße | 2112.63 | Göttingen | x | | db | 51°33'21.94" | 9°47'29.62" | 51°33'44.32" | 9°49'13.26" | 30.09.2014 | 30.09.2015 |
| 17 | B 446 | Bundesstraße | 1961.72 | Göttingen | x | | hb | 51°32'29.20" | 10°10'20.46" | 51°31'47.42" | 10°11'29.24" | 15.12.2014 | 14.12.2015 |
| 18 | K 109 | Kreisstraße | 2044.79 | Göttingen | | x | db | 51°33'32.35" | 10°19'21.24" | 51°33'25.70" | 10°21'06.04" | 05.10.2015 | * |
| 19 | L 523 | Landesstraße | 2165.35 | Göttingen | x | | db | 51°33'53.09" | 10° 5'50.32" | 51°32'45.54" | 10°05'40.25" | 15.12.2014 | 14.12.2015 |
| 20 | K 45 | Kreisstraße | 1542.75 | Göttingen | | x | hb | 51°27'54.93" | 10°07'20.75" | 51°27'23.49" | 10°08'12.59" | 05.10.2015 | * |
| 21 | L 568 | Landesstraße | 2008.34 | Göttingen | | x | hb | 51°27'56.24" | 10°00'00.38" | 51°27'25.20" | 10°01'24.38" | 05.10.2015 | * |
| 22 | L 569 | Landesstraße | 1902.29 | Göttingen | x | | db+a | 51°29'34.18" | 10° 1'13.75" | 51°29'18.23" | 10°02'47.50" | 06.10.2014 | 06.10.2015 |
| 23 | B 3 | Bundesstraße | 2254.06 | Göttingen | x | | db | 51°29'07.56" | 9°43'27.64" | 51°29'57.41" | 9°44'47.19" | 02.10.2014 | 02.10.2015 |
| 24 | B 80 | Bundesstraße | 2411.15 | Göttingen | | x | hb | 51°24'58.95" | 9°40'34.79" | 51°24'37.65" | 9°42'20.03" | 16.12.2015 | * |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| Teststreckenidentifizierung | | | | | Testjahr | | Reflektorart | Koordinaten | | | | Zeiten Wildwarnreflektoren | |
|-----------------------------|--------|---------------|-----------|-----------|----------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|
| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen |
| 25 | K 206 | Kreisstraße | 2145.11 | Göttingen | | x | db+a | 51°24'16.10" | 9°46'05.75" | 51°25'13.06" | 9°46'02.66" | 07.10.2015 | * |
| 26 | L 555 | Landesstraße | 1774.10 | Göttingen | | x | db | 51°35'10.96" | 9°49'52.66" | 51°35'43.18" | 9°50'54.58" | 07.10.2015 | * |
| 27 | K 224 | Kreisstraße | 1794.13 | Göttingen | | x | hb+a | 51°31'06.46" | 9°46'13.28" | 51°31'49.81" | 9°45'58.42" | 17.12.2015 | * |
| 28 | K 205 | Kreisstraße | 2065.27 | Göttingen | x | | db | 51°26'48.12" | 9°45'35.49" | 51°27'34.45" | 9°44'30.74" | 29.09.2014 | 29.09.2013 |
| 29 | K 120 | Kreisstraße | 2393.00 | Göttingen | | x | hb+a | 51°29'27.00" | 10°13'26.57" | 51°29'32.42" | 10°11'29.37" | 17.12.2015 | * |
| 30 | L 568 | Landesstraße | 1903.34 | Göttingen | | x | db | 51°28'29.38" | 9°56'14.52" | 51°28'22.10" | 9°57'51.26" | 01.10.2015 | * |
| 31 | K 32 | Kreisstraße | 1967.58 | Göttingen | x | | db | 51°28'04.81" | 9°48'07.72" | 51°28'47.21" | 9°49'06.09" | 29.09.2014 | 29.09.2015 |
| 32 | L 554 | Landesstraße | 2004.07 | Göttingen | x | | db | 51°35'10.04" | 9°50'16.56" | 51°34'57.24" | 9°51'53.42" | 02.10.2014 | 02.10.2015 |
| 33 | B 247 | Bundesstraße | 2098.05 | Göttingen | x | | hb | 51°37'0.05 | 10°12'44.07 | 51°37'53.02 | 10°11'44.26" | 16.12.2014 | 14.12.2015 |
| 34 | L 530 | Landesstraße | 1487.53 | Göttingen | x | | hb | 51°34'28.49" | 10°17'51.67" | 51°33'55.00" | 10°18'44.63" | 16.12.2014 | 14.12.2015 |
| 35 | L 561 | Landesstraße | 1951.92 | Göttingen | | x | hb | 51°31'20.55 | 9°36'55.17 | 51°30'55.77" | 9°35'30.48" | 16.12.2015 | * |
| 36 | K 8 | Kreisstraße | 2133.03 | Göttingen | | x | db | 51°32'59.81" | 10°03'31.99" | 51°31'55.72" | 10°03'50.25" | 01.10.2015 | * |
| 37 | L 569 | Landesstraße | 1701.34 | Göttingen | | x | hb | 51°30'05.40" | 10°09'50.50" | 51°29'48.80" | 10°08'26.50" | 17.12.2015 | * |
| 38 | K 29 | Kreisstraße | 2228.12 | Göttingen | x | | db | 51°29'21.79" | 9°53'56.53" | 51°28'18.71" | 9°54'46.77" | 30.09.2014 | 30.09.2015 |
| 39 | L 530 | Landesstraße | 1881.08 | Göttingen | | x | db | 51°32'40.60" | 10°17'50.21" | 51°32'11.19" | 10°16'52.57" | 01.10.2015 | * |
| 40 | K202 | Kreisstraße | 2075.48 | Göttingen | x | | hb | 51°29'59.91" | 9°42'46.57" | 51°28'59.45"N | 9°43'21.81" | 30.09.2014 | 30.09.2015 |
| 41 | L544 | Landesstraße | 1709.41 | Göttingen | x | | db | 51°35'01.38" | 9°54'40.59" | 51°34'58.94" | 9°53'15.83" | 06.10.2014 | 06.10.2015 |
| 42 | L 555 | Landesstraße | 2045.00 | Göttingen | x | | hb+a | 51°36'02.26" | 9°51'53.30" | 51°36'36.85" | 9°53'23.93" | 15.12.2014 | 14.12.2015 |
| 43 | B 3 | Bundesstraße | 2069.09 | Göttingen | x | | db | 51°31'18.53" | 9°50'57.88" | 51°31'05.04" | 9°49'15.45" | 17.12.2014 | 14.12.2015 |
| 44 | L 3044 | Landesstraße | 2046.14 | LDK | x | | hb | 50°42'02.89" | 8°10'12.65" | 50°41'20.08" | 8°08'57.03" | 02.12.2014 | 02.12.2015 |
| 45 | B 255 | Bundesstraße | 2104.09 | LDK | x | | hb | 50°39'11.60" | 8°12'33.60" | 50°39'02.04" | 8°10'50.69" | 02.12.2014 | 02.12.2015 |
| 46 | L 3461 | Landesstraße | 2064.73 | LDK | | x | db | 50°38'16.20" | 8°11'49.50" | 50°38'38.50" | 8°13'22.60" | 05.12.2015 | * |
| 47 | L 3044 | Landesstraße | 2269.50 | LDK | x | | hb | 50°36'46.90" | 8°11'43.11" | 50°35'38.80" | 8°12'16.00" | 03.12.2014 | 03.12.2015 |
| 48 | L 3046 | Landesstraße | 2098.18 | LDK | x | | hb | 50°35'57.90" | 8°14'02.70" | 50°35'31.23 | 8°12'47.53" | 03.12.2014 | 03.12.2015 |
| 49 | L 3324 | Landesstraße | 1728.71 | LDK | x | | hb | 50°32'08.35" | 8°18'24.35" | 50°32'57.91"N | 8°17'51.40"E | 03.12.2014 | 03.12.2015 |
| 50 | L 3324 | Landesstraße | 1921.81 | LDK | | x | hb | 50°33'12.20" | 8°17'32.50" | 50°34'09.20" | 8°17'33.20" | 03.12.2015 | * |
| 51 | L 3020 | Landesstraße | 1888.67 | LDK | | x | db | 50°32'46.92" | 8°19'48.72" | 50°33'13.71" | 8°21'03.60" | 03.12.2015 | * |
| 52 | L 3451 | Landesstraße | 2548.64 | LDK | x | | hb+a | 50°29'35.60" | 8°21'46.00" | 50°30'29.90" | 8°23'03.30" | 09.12.2014 | 08.12.2015 |
| 53 | L 3283 | Landesstraße | 1906.07 | LDK | | x | hb | 50°29'43.56" | 8°25'51.34" | 50°28'45.90" | 8°26'12.30" | 06.12.2015 | * |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| Teststreckenidentifizierung | | | | | Testjahr | | Reflektorart | Koordinaten | | | | Zeiten Wildwarnreflektoren | |
|-----------------------------|---------------|---------------|-----------|-----------|----------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|
| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen |
| 54 | L 3053 | Landesstraße | 1711.25 | LDK | x | | db | 50°27'10.42" | 8°27'36.26" | 50°26'29.80" | 8°28'31.66" | 09.12.2014 | 08.12.2015 |
| 55 | L 3054 | Landesstraße | 1867.50 | LDK | | x | hb | 50°30'33.46" | 8°33'23.97" | 50°31'01.00" | 8°34'45.80" | 06.12.2015 | * |
| 56 | L 3053 | Landesstraße | 1924.06 | LDK | | x | db+a | 50°28'33.90" | 8°26'33.70" | 50°27'35.70" | 8°26'57.00" | 06.12.2015 | * |
| 57 | L 3054 | Landesstraße | 1827.02 | LDK | | x | hb | 50°28'30.29" | 8°30'21.34" | 50°28'03.03" | 8°28'58.39" | 06.12.2015 | * |
| 58 | L 3054 | Landesstraße | 2103.21 | LDK | x | | hb+a | 50°29'45.91" | 8°31'54.82" | 50°28'45.30" | 8°31'07.28" | 09.12.2014 | 08.12.2015 |
| 59 | L 3133 | Landesstraße | 1513.46 | LDK | | x | db | 50°30'08.90" | 8°35'39.40" | 50°30'55.30" | 8°35'15.20" | 08.12.2015 | * |
| 60 | L 3451 | Landesstraße | 1831.76 | LDK | | x | hb | 50°33'20.85" | 8°33'40.61" | 50°33'07.87" | 8°32'12.20" | 08.12.2015 | * |
| 61 | L 3451 | Landesstraße | 1609.72 | LDK | x | | db | 50°31'54.57" | 8°24'48.66" | 50°32'21.31" | 8°25'57.36" | 04.12.2014 | 04.12.2015 |
| 62 | L 3282 | Landesstraße | 2173.46 | LDK | | x | db | 50°36'24.80" | 8°19'03.60" | 50°35'51.73" | 8°17'27.06" | 05.12.2015 | * |
| 63 | L 3052 | Landesstraße | 2068.56 | LDK | x | | db | 50°33'22.76" | 8°21'37.43" | 50°34'24.76" | 8°21'43.53" | 03.12.2014 | 03.12.2015 |
| 64 | L 3052 | Landesstraße | 2088.01 | LDK | x | | db | 50°35'25.11" | 8°22'17.54" | 50°34'39.00" | 8°21'39.00" | 04.12.2014 | 04.12.2015 |
| 65 | B 277 | Bundesstraße | 1024.79 | LDK | x | | db | 50°35'45.89" | 8°23'36.63" | 50°35'44.08" | 8°24'26.81" | 04.12.2014 | 04.12.2015 |
| 66 | L 3376 | Landesstraße | 2301.12 | LDK | x | | db | 50°37'29.85" | 8°27'02.49" | 50°36'28.07" | 8°27'19.30" | 04.12.2014 | 04.12.2015 |
| 67 | L 3052 | Landesstraße | 1825.08 | LDK | | x | db+a | 50°37'38.69" | 8°23'43.80" | 50°36'45.70" | 8°23'10.70" | 09.12.2015 | * |
| 68 | L 3052 | Landesstraße | 2079.89 | LDK | | x | hb | 50°38'04.56" | 8°23'55.88" | 50°38'42.87" | 8°24'57.65" | 09.12.2015 | * |
| 69 | L 3286 | Landesstraße | 2228.82 | LDK | x | | db | 50°35'49.13" | 8°33'10.85" | 50°36'50.35" | 8°33'39.25" | 10.12.2014 | 07.12.2015 |
| 70 | L 3053 | Landesstraße | 2058.55 | LDK | | x | db | 50°37'50.54" | 8°30'55.87" | 50°36'50.49" | 8°31'17.45" | 08.12.2015 | * |
| 71 | L 3053 | Landesstraße | 1941.74 | LDK | | x | hb | 50°38'41.87" | 8°31'26.85" | 50°37'57.66" | 8°31'03.23" | 09.12.2015 | * |
| 72 | L 3053+3287 | Landesstraße | 2067.07 | LDK | x | | hb | 50°39'38.58" | 8°30'45.56" | 50°40'35.20" | 8°30'02.60" | 10.12.2014 | 07.12.2015 |
| 73 | L 3052;L 3376 | Landesstraße | 2153.57 | LDK | | x | db | 50°40'14.40" | 8°27'20.15" | 50°39'08.39" | 8°26'53.91" | 30.11.2015 | * |
| 74 | K 59 | Kreisstraße | 2054.07 | LDK | x | | db | 50°40'06.25" | 8°24'59.54" | 50°40'47.24" | 8°23'52.53" | 10.12.2014 | 07.12.2015 |
| 75 | L 3047 | Landesstraße | 2290.91 | LDK | x | | hb | 50°42'30.50" | 8°32'57.70" | 50°41'19.33" | 8°32'39.57" | 08.12.2014 | 07.12.2015 |
| 76 | B 255 | Bundesstraße | 1974.46 | LDK | | x | db | 50°43'09.80" | 8°30'22.70" | 50°44'05.60" | 8°30'48.80" | 30.11.2015 | * |
| 77 | L 3050 | Landesstraße | 2045.59 | LDK | | x | hb | 50°42'20.70" | 8°22'53.50" | 50°43'12.30" | 8°23'40.60" | 09.12.2015 | * |
| 78 | L 3042 | Landesstraße | 2484.95 | LDK | x | | db | 50°46'30.20" | 8°22'46.90" | 50°45'22.72" | 8°21'51.04" | 01.12.2014 | 01.12.2015 |
| 79 | B 253 | Bundesstraße | 1502.56 | LDK | x | | db | 50°48'29.88" | 8°21'06.60" | 50°49'02.65" | 8°22'02.90" | 01.12.2014 | 01.12.2015 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| Teststreckenidentifizierung | | | | | Testjahr | | Reflektorart | Koordinaten | | | | Zeiten Wildwarnreflektoren | |
|-----------------------------|---------|---------------|-----------|-----------|----------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|
| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen |
| 80 | B 253 | Bundesstraße | 2081.99 | LDK | | x | db | 50°49'48.30" | 8°23'14.90" | 50°50'41.10" | 8°23'55.80" | 05.12.2015 | * |
| 81 | L 1571 | Landesstraße | 2158.23 | LDK | x | | hb | 50°50'51.88" | 8°13'33.92" | 50°51'04.34" | 8°15'14.83" | 01.12.2014 | 01.12.2015 |
| 82 | L 3391 | Landesstraße | 2073.88 | LDK | x | | hb | 50°40'38.90" | 8°08'33.80" | 50°39'37.64" | 8°07'51.93" | 02.12.2014 | 02.12.2015 |
| 83 | L 3052 | Landesstraße | 1535.02 | LDK | x | | hb | 50°32'05.80" | 8°21'56.40" | 50°31'27.50" | 8°22'41.10" | 03.12.2014 | 03.12.2015 |
| 84 | K 352 | Kreisstraße | 1987.31 | LDK | x | | hb | 50°30'58.34" | 8°32'29.24" | 50°31'58.35" | 8°31'58.00" | 10.12.2014 | 07.12.2015 |
| 85 | K 32 | Kreisstraße | 2121.76 | LDK | | x | db | 50°50'04.49" | 8°20'19.02" | 50°50'28.33" | 8°21'52.80" | 05.12.2015 | * |
| 86 | L 3053 | Landesstraße | 2068.11 | LDK | | x | hb | 50°31'10.30" | 8°28'18.90" | 50°30'06.95" | 8°28'16.96" | 06.12.2015 | * |
| 87 | L 3044 | Landesstraße | 2105.73 | LDK | | x | hb | 50°49'07.45" | 8°17'51.81" | 50°48'47.54" | 8°16'41.71" | 05.12.2015 | * |
| 88 | K 48 | Kreisstraße | 2243.45 | LDK | | x | db | 50°46'57.10" | 8°17'20.30" | 50°47'44.80" | 8°16'02.80" | 02.12.2015 | * |
| 89 | B 277 | Bundesstraße | 1517.26 | LDK | x | | db+a | 50°45'06.93" | 8°10'11.03" | 50°45'34.60" | 8°09'34.60" | 02.12.2014 | 02.12.2015 |
| 90 | K 355 | Kreisstraße | 2025.56 | LDK | | x | db | 50°32'45.40" | 8°34'41.20" | 50°31'42.80" | 8°34'25.80" | 06.12.2015 | * |
| 91 | K 39 | Kreisstraße | 2084.79 | LDK | x | | hb | 50°43'55.90" | 8°16'16.90" | 50°43'35.30" | 8°14'46.50" | 02.12.2014 | 02.12.2015 |
| 92 | L 3044 | Landesstraße | 2103.04 | LDK | x | | hb | 50°48'37.93" | 8°15'55.04" | 50°47'52.12" | 8°14'40.33" | 01.12.2014 | 01.12.2015 |
| 93 | L 3044 | Landesstraße | 1961.55 | LDK | | x | hb | 50°47'15.28" | 8°13'28.00" | 50°46'22.04" | 8°12'41.77" | 01.12.2015 | * |
| 94 | L 3046 | Landesstraße | 2001.39 | LDK | x | | db | 50°35'28.41" | 8°12'24.80" | 50°35'12.53" | 8°10'47.98" | 03.12.2014 | 03.12.2015 |
| 95 | L 3284 | Landesstraße | 2124.45 | LDK | x | | db | 50°31'04.24" | 8°29'18.82" | 50°29'59.98" | 8°29'23.01" | 04.12.2014 | 04.12.2015 |
| 96 | B 255 | Bundesstraße | 1980.24 | LDK | | x | db | 50°43'00.21" | 8°30'07.51" | 50°42'23.90" | 8°28'49.60" | 30.11.2015 | * |
| 97 | K 365 | Kreisstraße | 1948.60 | LDK | x | | hb | 50°26'36.94" | 8°31'52.90" | 50°26'07.06" | 8°30'31.96" | 09.12.2014 | 08.12.2015 |
| 98 | L 3376 | Landesstraße | 2058.12 | LDK | | x | db | 50°38'39.52" | 8°26'26.72" | 50°37'53.61" | 8°26'36.57" | 30.11.2015 | * |
| 99 | K 43+44 | Kreisstraße | 2104.49 | LDK | | x | db | 50°46'28.05" | 8°11'17.81" | 50°45'27.80" | 8°11'56.70" | 01.12.2015 | * |
| 100 | K 49 | Kreisstraße | 1635.42 | LDK | | x | hb | 50°45'11.10" | 8°15'03.10" | 50°45'49.60" | 8°15'47.50" | 02.12.2015 | * |
| 101 | L 3053 | Landesstraße | 2136.11 | LDK | | x | hb | 50°35'10.70" | 8°29'50.00" | 50°36'09.60" | 8°30'08.00" | 04.12.2015 | * |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Tabelle A2: Basisinformationen zu den Teststrecken in den Landkreisen Kassel und Höxter. In dieser Versuchsreihe wurden ausschließlich „Multi-Wildschutz-Warner“ des Herstellers Motzener Kunststoff- und Gummiverarbeitung verwendet. * im zweiten Testjahr angebrachte Reflektoren verblieben in Absprache mit den Straßenbehörden vor Ort.

| Teststreckenidentifizierung | | | | | Testjahr | | Koordinaten | | | | Zeiten Wildwarnreflektoren | |
|-----------------------------|---------|---------------|-----------|-----------|----------|---------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|
| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2015/16 | 2016/17 | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen |
| 102 | B 252 | Bundesstraße | 2228.56 | Höxter | x | | 51°49'52.19" | 9° 4'45.06" | 51°48'55.98" | 9° 5'53.81" | 20.05.2015 | 19.05.2016 |
| 103 | B 239 | Bundesstraße | 1947.32 | Höxter | | x | 51°49'58.59" | 9°12'34.48" | 51°50'28.70" | 9°11'06.98" | 20.05.2016 | * |
| 104 | B 239 | Bundesstraße | 1581.20 | Höxter | | x | 51°50'14.81" | 9°15'40.82" | 51°50'20.09" | 9°17'02.68" | 23.05.2016 | * |
| 105 | B 239 | Bundesstraße | 2059.39 | Höxter | x | | 51°49'41.16" | 9°18'44.37" | 51°50'18.62" | 9°17'19.76" | 22.05.2015 | 20.05.2016 |
| 106 | L 946 | Landesstraße | 2066.05 | Höxter | x | | 51°49'47.45" | 9°21'11.61" | 51°49'19.84" | 9°22'39.12" | 22.05.2015 | 20.05.2016 |
| 107 | L 755 | Landesstraße | 2077.03 | Höxter | | x | 51°48'26.94" | 9°12'05.32" | 51°48'56.23" | 9°13'28.75" | 23.05.2016 | * |
| 108 | L 755 | Landesstraße | 1644.58 | Höxter | x | | 51°47'32.80" | 9° 0'25.26" | 51°47'56.16" | 9° 1'39.51" | 22.05.2015 | 19.05.2016 |
| 109 | L 951 | Landesstraße | 1740.25 | Höxter | | x | 51°47'35.34" | 9° 1'32.23" | 51°46'47.77" | 9° 1'55.52" | 23.05.2016 | * |
| 110 | B 252 | Bundesstraße | 1795.97 | Höxter | | x | 51°46'50.54" | 9° 8'41.93" | 51°47'46.40" | 9° 8'24.00" | 23.05.2016 | * |
| 111 | K 61+60 | Kreisstraßen | 2139.84 | Höxter | x | | 51°46'46.48" | 9°13'59.14" | 51°46'28.36" | 9°15'41.43" | 22.05.2015 | 19.05.2016 |
| 112 | B 64 | Bundesstraße | 1992.53 | Höxter | | x | 51°48'12.59" | 9°24'11.90" | 51°49'07.13" | 9°24'34.41" | 20.05.2016 | * |
| 113 | B 64 | Bundesstraße | 1971.98 | Höxter | x | | 51°42'42.59" | 9°19'01.04" | 51°43'19.43" | 9°20'24.67" | 21.05.2015 | 18.05.2016 |
| 114 | B 83 | Bundesstraße | 1929.55 | Höxter | x | | 51°42'52.63" | 9°22'27.05" | 51°43'52.48" | 9°22'06.18" | 21.05.2015 | 18.05.2016 |
| 115 | B 241 | Bundesstraße | 2211.14 | Höxter | x | | 51°37'54.94" | 9°18'30.97" | 51°38'53.73" | 9°19'18.38" | 21.05.2015 | 18.05.2016 |
| 116 | B 241 | Bundesstraße | 2425.78 | Höxter | | x | 51°32'59.08" | 9°13'12.79" | 51°33'42.29" | 9°14'34.17" | 25.05.2016 | * |
| 117 | B 252 | Bundesstraße | 1626.59 | Höxter | | x | 51°32'15.61" | 9° 8'04.57" | 51°33'07.81" | 9° 7'56.09" | 25.05.2016 | * |
| 118 | L 828 | Landesstraße | 2360.70 | Höxter | | x | 51°35'25.70" | 9° 2'08.75" | 51°36'39.20" | 9° 2'10.20" | 25.05.2016 | * |
| 119 | L 828 | Landesstraße | 2109.63 | Höxter | | x | 51°37'45.18" | 9° 1'31.68" | 51°38'45.40" | 9° 0'49.90" | 25.05.2016 | * |
| 120 | L 954 | Landesstraße | 2163.70 | Höxter | | x | 51°42'30.20" | 9° 1'33.50" | 51°41'25.90" | 9° 1'05.80" | 23.05.2016 | * |
| 121 | B 64 | Bundesstraße | 1922.44 | Höxter | x | | 51°43'23.84" | 9° 2'48.57" | 51°42'57.39" | 9° 4'10.89" | 20.05.2015 | 18.05.2016 |
| 122 | B 64 | Bundesstraße | 1899.09 | Höxter | x | | 51°42'38.83" | 9° 7'14.15" | 51°42'07.36" | 9° 8'38.84" | 21.05.2015 | 18.05.2016 |
| 123 | K 39 | Kreisstraßen | 1942.20 | Höxter | x | | 51°43'42.40" | 9°13'33.54" | 51°42'48.13" | 9°14'14.73" | 21.05.2015 | 18.05.2016 |
| 124 | B 252 | Bundesstraße | 1725.25 | Höxter | | x | 51°40'31.55" | 9° 9'49.90" | 51°39'44.22" | 9° 9'13.68" | 23.05.2016 | * |
| 125 | B 252 | Bundesstraße | 1578.56 | Höxter | x | | 51°29'23.32" | 9° 6'47.45" | 51°28'34.46" | 9° 6'34.28" | 19.05.2015 | 17.05.2016 |
| 126 | L 838 | Landesstraße | 2149.03 | Höxter | | x | 51°35'38.90" | 9°19'27.83" | 51°36'46.67" | 9°19'47.72" | 25.05.2016 | * |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| Teststreckenidentifizierung | | | | | Testjahr | | Koordinaten | | | | Zeiten Wildwarnreflektoren | |
|-----------------------------|----------------|---------------|-----------|-----------|----------|---------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------|
| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2015/16 | 2016/17 | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen |
| 127 | L 825+886 | Landesstraße | 2202.91 | Höxter | x | | 51°46'48.60" | 9°12'02.80" | 51°47'46.64" | 9°11'51.71" | 20.05.2015 | 19.05.2016 |
| 128 | L 954 | Landesstraße | 2049.29 | Höxter | x | | 51°46'43.05" | 9° 0'02.74" | 51°46'07.64" | 9° 1'29.45" | 20.05.2015 | 19.05.2016 |
| 129 | K 18_3 | Kreisstraßen | 2000.92 | Höxter | x | | 51°44'47.25" | 9° 5'21.86" | 51°44'16.83" | 9° 4'03.79" | 20.05.2015 | 19.05.2016 |
| 130 | K 18_2 | Kreisstraßen | 2196.93 | Höxter | | x | 51°45'03.28" | 9° 7'53.43" | 51°44'59.25" | 9° 6'03.03" | 23.05.2016 | * |
| 131 | K 18_1 | Kreisstraßen | 1983.62 | Höxter | x | | 51°44'35.88" | 9° 9'28.04" | 51°45'04.75" | 9° 8'06.02" | 15.09.2015 | 15.09.2016 |
| 132 | B 80 | Bundesstraße | 2018.05 | Kassel | x | | 51°36'44.72" | 9°32'17.17" | 51°37'41.20" | 9°32'29.70" | 19.05.2015 | 18.05.2016 |
| 133 | B 83 | Bundesstraße | 1149.40 | Kassel | | x | 51°33'33.18" | 9°24'55.15" | 51°32'56.42" | 9°24'54.85" | 25.05.2016 | * |
| 134 | L 3212 | Landesstraße | 2124.74 | Kassel | x | | 51°29'16.09" | 9°22'32.12" | 51°28'30.81" | 9°21'10.68" | 19.05.2015 | 17.05.2016 |
| 135 | B 83 | Bundesstraße | 2138.97 | Kassel | x | | 51°24'33.97" | 9°26'32.14" | 51°23'29.91" | 9°26'10.68" | 18.05.2015 | 17.05.2016 |
| 136 | B 450 | Bundesstraße | 2188.41 | Kassel | | x | 51°19'2.93" | 9°11'20.64" | 51°18'27.09" | 9°12'56.10" | 26.05.2016 | * |
| 137 | B 251 | Bundesstraße | 2552.78 | Kassel | x | | 51°19'00.30" | 9°16'07.34" | 51°19'24.27" | 9°18'04.75" | 18.05.2015 | 17.05.2016 |
| 138 | B 251 | Bundesstraße | 1334.74 | Kassel | | x | 51°17'09.37" | 9°10'09.28" | 51°17'32.82" | 9°11'06.72" | 26.05.2016 | * |
| 139 | L 3215 | Landesstraße | 2147.49 | Kassel | | x | 51°16'46.11" | 9°20'13.10" | 51°16'10.81" | 9°21'42.24" | 25.05.2016 | * |
| 140 | K 4 | Kreisstraße | 2061.78 | Kassel | | x | 51°18'31.18" | 9°36'22.78" | 51°18'28.75" | 9°38'07.02" | 30.05.2016 | * |
| 141 | B 451 | Bundesstraße | 1693.04 | Kassel | | x | 51°15'34.40" | 9°42'08.42" | 51°15'27.89" | 9°43'33.93" | 30.05.2016 | * |
| 142 | B 83 | Bundesstraße | 1126.25 | Kassel | | x | 51°33'58.34" | 9°25'07.46" | 51°34'26.80" | 9°25'43.79" | 14.06.2016 | * |
| 143 | L 3237 | Landesstraße | 1692.22 | Kassel | | x | 51°18'56.18" | 9°35'11.43" | 51°19'27.25" | 9°36'22.00" | 30.05.2016 | * |
| 144 | L 3229 | Landesstraße | 2071.67 | Kassel | x | | 51°29'14.41" | 9°26'2.79" | 51°28'21.98" | 9°26'56.98" | 18.05.2015 | 17.05.2016 |
| 145 | L 3236 | Landesstraße | 1455.38 | Kassel | x | | 51°15'18.57" | 9°33'40.43" | 51°14'33.01" | 9°33'37.29" | 28.10.2015 | 31.10.2016 |
| 146 | B 7 | Bundesstraße | 1716.69 | Kassel | | x | 51°15'56.10" | 9°40'21.86" | 51°16'28.61" | 9°39'12.65" | 30.05.2016 | * |
| 147 | B 7 | Bundesstraße | 1441.33 | Kassel | | x | 51°26'39.93" | 9°16'41.20" | 51°26'26.37" | 9°17'51.95" | 26.05.2016 | * |
| 148 | B 450 | Bundesstraße | 1652.55 | Kassel | | x | 51°20'06.45" | 9° 8'38.36" | 51°19'56.67" | 9° 9'50.71" | 26.05.2016 | * |
| 149 | B 83 | Bundesstraße | 1943.29 | Kassel | x | | 51°32'16.65" | 9°24'38.17" | 51°31'17.76" | 9°25'07.28" | 19.05.2015 | 17.05.2016 |
| 150 | L 3212 | Landesstraße | 1490.39 | Kassel | x | | 51°27'47.70" | 9°18'39.17" | 51°28'04.44" | 9°19'51.26" | 19.05.2015 | 17.05.2016 |
| 151 | K 111+ K112 | Kreisstraße | 2041.78 | Kassel | x | | 51°13'37.66" | 9°13'25.84" | 51°13'07.97" | 9°14'51.37" | 18.05.2015 | 17.05.2016 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Tabelle A3: Abstände von Einzelbäumen zur Straße

| ID | Name | Landkreis | Zahl der Bäume | Mittlere Entfernung [m] | Min-Max [m] |
|-----|--------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|
| 2 | K 32 | Göttingen | 1 | 177.02 | 177.02 |
| 6 | L 562 | Göttingen | 14 | 58.49 | 3.3 |
| 7 | L 559 | Göttingen | 1 | 101.91 | 101.91 |
| 26 | L 555 | Göttingen | 1 | 33.87 | 33.87 |
| 40 | K 202 | Göttingen | 2 | 24.14 | 15.3 |
| 76 | B 255 | LDK | 9 | 30.58 | 18.31 |
| 96 | B 255 | LDK | 1 | 24.3 | 24.3 |
| 103 | B 239 | Höxter | 2 | 135.21 | 124.06 |
| 105 | B 239 | Höxter | 10 | 150.05 | 126.29 |
| 134 | L 3212 | Kassel | 2 | 30.53 | 30.3 |
| 137 | B 450 | Kassel | 14 | 91.02 | 17.45 |
| 139 | L 3215 | Kassel | 16 | 75.19 | 18.57 |
| 140 | K 4 | Kassel | 1 | 31.93 | 31.93 |
| 141 | B 451 | Kassel | 8 | 120.43 | 66.35 |
| 142 | B 83 | Kassel | 5 | 139.13 | 71.5 |
| 143 | L 3237 | Kassel | 7 | 86.54 | 58.32 |
| 144 | L 3229 | Kassel | 2 | 33.07 | 27.34 |
| 147 | B 7 | Kassel | 13 | 27.69 | 17.48 |
| 148 | B 450 | Kassel | 7 | 79.33 | 17.52 |
| 150 | L 3212 | Kassel | 3 | 48.12 | 3.43 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Tabelle A4: Entfernungen der Teststrecken zur nächstgelegenen Ortschaft.

| ID | Name | Straßenklasse | Landkreis | Ort Start | Ort Ende | Entfernung Ort Start [km] | Entfernung Ort Ende [km] | Nähe Parkplätze |
|----|-------|---------------|-----------|------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | L 554 | Landesstraße | Göttingen | Offensen | Adelebsen | 1.9 | 2.2 | nein |
| 3 | K 32 | Kreisstraße | Göttingen | Mengershausen | Jühnde | 0 | 3.6 | ja |
| 4 | L 561 | Landesstraße | Göttingen | Gimte | Vaake | 1.7 | 0.9 | nein |
| 6 | K 226 | Kreisstraße | Göttingen | Hann. Münden | Laubach | 0.15 | 0.5 | ja |
| 10 | B 496 | Bundesstraße | Göttingen | Bonaforth | Lutterberg | 0.35 | 0.98 | ja |
| 15 | L562 | Landesstraße | Göttingen | Lutterberg | Landwehrhagen | 0 | 0 | nein |
| 16 | L 559 | Landesstraße | Göttingen | Dramfeld | Jühnde | 2.4 | 1.2 | nein |
| 17 | L 564 | Landesstraße | Göttingen | Dramfeld | Dahlenrode | 1.9 | 0 | ja |
| 19 | B 446 | Bundesstraße | Göttingen | Holzerode | Ebergötzen | 1.1 | 1.4 | ja |
| 22 | B 446 | Bundesstraße | Göttingen | Reyershausen | Bilingshausen | 0 | 0.1 | nein |
| 23 | B 446 | Bundesstraße | Göttingen | Bilingshausen | Holzerode | 0.55 | 0.65 | nein |
| 28 | K 108 | Kreisstraße | Göttingen | Wollershausen | Lütgenhausen | 0 | 0 | nein |
| 31 | K 108 | Kreisstraße | Göttingen | Lütgenhausen | Rhumspringe | 0 | 0 | nein |
| 32 | B 27 | Bundesstraße | Göttingen | Ebergötzen | Wollbrandshausen | 0.6 | 0.5 | ja |
| 33 | B 27 | Bundesstraße | Göttingen | Wollbrandshausen | Gieboldehausen | 0.25 | 0.5 | nein |
| 34 | K 37 | Kreisstraße | Göttingen | Barterode | Esebeck | 0.8 | 1.5 | nein |
| 38 | B 446 | Bundesstraße | Göttingen | Seulingen | Esplingerode | 0.25 | 0.2 | ja |
| 40 | K 109 | Kreisstraße | Göttingen | Hilkerode | Brochthausen | 0.2 | 0.8 | ja |
| 41 | L 523 | Landesstraße | Göttingen | Ebergötzen | Landolfshausen | 0.3 | 0.4 | nein |
| 42 | K 45 | Kreisstraße | Göttingen | Beienrode | Etzenborn | 0.15 | 1.8 | nein |
| 43 | L 568 | Landesstraße | Göttingen | Reinhausen | Bremke | 0.7 | 1.13 | ja |
| 2 | L 569 | Landesstraße | Göttingen | Klein Lengden | Benniehausen | 0.85 | 0.1 | nein |
| 5 | B 3 | Bundesstraße | Göttingen | Dransfeld | "Hof" | 0.3 | 0.5 | ja |
| 7 | B 80 | Bundesstraße | Göttingen | Hann. Münden | Laubach | 0 | 0 | ja |
| 8 | K 206 | Kreisstraße | Göttingen | Hedemünden | Meensen | 0.9 | 2.3 | nein |
| 9 | L 555 | Landesstraße | Göttingen | Hartse | Emmenhausen | 0.2 | 0.2 | ja |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Landkreis | Ort Start | Ort Ende | Entfernung Ort Start [km] | Entfernung Ort Ende [km] | Nähe Parkplätze |
|-----|---------|---------------|-----------|----------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| 11 | K 224 | Kreisstraße | Göttingen | Dransfeld | Barterode | 1.6 | 2 | ja |
| 12 | K 205 | Kreisstraße | Göttingen | Scheden | Meensen | 0 | 0 | ja |
| 13 | K 120 | Kreisstraße | Göttingen | Immongerode | Nesselröden | 0.67 | 0.1 | nein |
| 14 | L 568 | Landesstraße | Göttingen | Niedernjesa | Reinhausen | 0.35 | 1 | ja |
| 18 | K 32 | Kreisstraße | Göttingen | Jühnde | Mengershausen | 0.3 | 3.5 | ja |
| 20 | L 554 | Landesstraße | Göttingen | Lenglern | Emmenhausen | 0.63 | 0 | ja |
| 21 | B 247 | Bundesstraße | Göttingen | Wollershausen | Bilshausen | 0.3 | 2.3 | nein |
| 24 | L 530 | Landesstraße | Göttingen | Hilkreode | Rhumspringe | 0.2 | 0.3 | ja |
| 25 | L 561 | Landesstraße | Göttingen | Glashütte | Hemeln | 0.4 | 1.2 | ja |
| 26 | K 8 | Kreisstraße | Göttingen | Waake | Mackenrode | 0.3 | 0.15 | nein |
| 27 | L 569 | Landesstraße | Göttingen | Rittmarshausen | Nesselröden | 2.6 | 1.4 | ja |
| 29 | K 29 | Kreisstraße | Göttingen | Rosdorf | Obernjesa | 1.1 | 0.8 | ja |
| 30 | L 530 | Landesstraße | Göttingen | Breitenberg | Duderstadt | 0.5 | 1.8 | nein |
| 35 | K202 | Kreisstraße | Göttingen | Varlosen | "Hof" | 0.1 | 0 | nein |
| 36 | L544 | Landesstraße | Göttingen | Lenglern | Bovenden | 0.6 | 0.5 | ja |
| 37 | L 555 | Landesstraße | Göttingen | Hartse | Parensen | 0 | 0.8 | nein |
| 39 | B 3 | Bundesstraße | Göttingen | Groß Ellershausen | Varmissen | 1 | 2.2 | nein |
| 102 | B 252 | Bundesstraße | Höxter | Bergheim | Nieheim | 0.3 | 1.1 | nein |
| 103 | B 239 | Bundesstraße | Höxter | Klosterkrug | Sommersell | 0 | 0.8 | nein |
| 104 | B 239 | Bundesstraße | Höxter | Papenhöfen | Löwendorf | 0.5 | 0.4 | nein |
| 105 | B 239 | Bundesstraße | Höxter | Fürstenau | Löwendorf | 0.2 | 0.5 | nein |
| 106 | L 946 | Landesstraße | Höxter | Bödexen | Albaxen | 0.6 | 1.1 | nein |
| 107 | L 755 | Landesstraße | Höxter | Bredenborn | Marienmünster | 0.8 | 0.1 | nein |
| 108 | L 755 | Landesstraße | Höxter | Erpentrup | Merlsheim | 0.5 | 0.2 | ja |
| 109 | L 951 | Landesstraße | Höxter | Merlsheim | Schönenberg | 0 | 0.6 | nein |
| 110 | B 252 | Bundesstraße | Höxter | Holzhausen | Nieheim | 1 | 1.2 | nein |
| 111 | K 61+60 | Kreisstraßen | Höxter | Altenbergen | Ovenhausen | 2.8 | 2.2 | nein |
| 112 | B 64 | Bundesstraße | Höxter | Höxter | Albaxen | 1.3 | 0.2 | nein |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Landkreis | Ort Start | Ort Ende | Entfernung Ort Start [km] | Entfernung Ort Ende [km] | Nähe Parkplätze |
|-----|-----------|---------------|-----------|---------------|---------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| 113 | B 64 | Bundesstraße | Höxter | Ottbergen | Godelheim | 0.3 | 1.4 | nein |
| 114 | B 83 | Bundesstraße | Höxter | Wehrden | Godelheim | 0.3 | 0.3 | nein |
| 115 | B 241 | Bundesstraße | Höxter | Dalhausen | Beverungen | 0.1 | 2.8 | nein |
| 116 | B 241 | Bundesstraße | Höxter | Lütgeneder | Borgentreich | 1.3 | 0.6 | nein |
| 117 | B 252 | Bundesstraße | Höxter | Hohenwepel | Deppenhöfen | 0.1 | 1.2 | nein |
| 118 | L 828 | Landesstraße | Höxter | Borlinghausen | Willebadessen | 1.3 | 1.1 | nein |
| 119 | L 828 | Landesstraße | Höxter | Willebadessen | Neuenheerse | 0.3 | 3 | nein |
| 120 | L 954 | Landesstraße | Höxter | Bad Driburg | Neuenheerse | 0.9 | 2 | nein |
| 121 | B 64 | Bundesstraße | Höxter | Bad Driburg | Herste | 0.9 | 1.7 | nein |
| 122 | B 64 | Bundesstraße | Höxter | Istrup | Riesel | 0.1 | 1 | nein |
| 123 | K 39 | Kreisstraßen | Höxter | Brakel | Hembsen | 3.1 | 0.2 | nein |
| 124 | B 252 | Bundesstraße | Höxter | Rheder | Siddessen | 0 | 0.3 | ja |
| 125 | B 252 | Bundesstraße | Höxter | Warburg | Wormeln | 0.8 | 1.9 | nein |
| 126 | L 838 | Landesstraße | Höxter | Manrode | Harrbrück | 1.6 | 0.9 | nein |
| 127 | L 825+886 | Landesstraße | Höxter | Bellersen | Bredenborn | 0.5 | 1.5 | nein |
| 128 | L 954 | Landesstraße | Höxter | Langeland | Reelsen | 0 | 0.5 | nein |
| 129 | K 18_3 | Kreisstraßen | Höxter | Brakel | Bad Driburg | 7.7 | 1.6 | ja |
| 130 | K 18_2 | Kreisstraßen | Höxter | Brakel | Bad Driburg | 4.7 | 4.6 | nein |
| 131 | K 18_1 | Kreisstraßen | Höxter | Bad Driburg | Brakel | 7 | 2.4 | ja |
| 132 | B 80 | Bundesstraße | Kassel | Gieselwerder | Gewissenruh | 1.3 | 0.2 | nein |
| 133 | B 83 | Bundesstraße | Kassel | Stammen | Rehberg | 0 | 0 | nein |
| 134 | L 3212 | Landesstraße | Kassel | Hofgeismar | Niedermeiser | 0 | 3.5 | nein |
| 135 | B 83 | Bundesstraße | Kassel | Burguffeln | Schäferberg | 1.9 | 0.6 | nein |
| 136 | B 450 | Bundesstraße | Kassel | Wolfhagen | Istha | 0.2 | 0.4 | nein |
| 137 | B 251 | Bundesstraße | Kassel | Oelshausen | Ehlen | 0.3 | 0.4 | nein |
| 138 | B 251 | Bundesstraße | Kassel | Ippinghausen | Bründersen | 1.3 | 0 | ja |
| 139 | L 3215 | Landesstraße | Kassel | Hoof | Elgerhausen | 0.3 | 0.5 | nein |
| 140 | K 4 | Kreisstraße | Kassel | Heiligenrode | Niester | 1.5 | 2.2 | nein |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Landkreis | Ort Start | Ort Ende | Entfernung Ort Start [km] | Entfernung Ort Ende [km] | Nähe Parkplätze |
|-----|-------------|---------------|-----------|-----------------|----------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| 141 | B 451 | Bundesstraße | Kassel | Helsa | Wickenrode | 0 | 0 | ja |
| 142 | B 83 | Bundesstraße | Kassel | Stammen | Trendelburg | 0 | 0 | nein |
| 143 | L 3237 | Landesstraße | Kassel | Heiligenrode | Uschlag | 0.6 | 0.4 | nein |
| 144 | L 3229 | Landesstraße | Kassel | Carlsdorf | Udenhausen | 0 | 1.3 | nein |
| 145 | L 3236 | Landesstraße | Kassel | Lohfelden | Wellerode | 0 | 0 | ja |
| 146 | B 7 | Bundesstraße | Kassel | Helsa | Kaufungen | 0.5 | 1 | nein |
| 147 | B 7 | Bundesstraße | Kassel | Niederlistingen | Obermeiser | 1.4 | 0 | nein |
| 148 | B 450 | Bundesstraße | Kassel | Wolfahgen | Gasterfeld | 0.8 | 0 | nein |
| 149 | B 83 | Bundesstraße | Kassel | Hümme | Schöneberg | 0.2 | 0.1 | nein |
| 150 | L 3212 | Landesstraße | Kassel | Niedermeiser | Hofgeismar | 0.1 | 3.9 | nein |
| 151 | K 111+ K112 | Kreisstraße | Kassel | Elbenberg | Riede | 0.6 | 1.2 | ja |
| 44 | L 3044 | Landesstraße | LDK | Rabenscheid | Langenaubach | 0.88 | 0.65 | ja |
| 45 | B 255 | Bundesstraße | LDK | Heisterbegr | Roth | 0.8 | 0.6 | nein |
| 47 | L 3461 | Landesstraße | LDK | Driedorf | Heiligenborn | 0 | 0.25 | nein |
| 48 | L 3044 | Landesstraße | LDK | Münchhausen | Odersberg | 0.4 | 0 | nein |
| 49 | L 3046 | Landesstraße | LDK | Odersberg | Beilstein | 1 | 0.44 | nein |
| 52 | L 3324 | Landesstraße | LDK | Biskirchen | Bissenberg | 0 | 0.45 | nein |
| 54 | L 3324 | Landesstraße | LDK | Allendorf | Bissenberg | 0.85 | 0.1 | ja |
| 58 | L 3020 | Landesstraße | LDK | Stockhausen | Leun | 0.17 | 0.1 | ja |
| 61 | L 3451 | Landesstraße | LDK | Braunfels | Bermbach | 0.73 | 0.15 | nein |
| 63 | L 3283 | Landesstraße | LDK | Bonbaden | Neukirchen | 0 | 0 | ja |
| 64 | L 3053 | Landesstraße | LDK | Kraftsolms | Kröffelbach | 0 | 0 | nein |
| 65 | L 3054 | Landesstraße | LDK | Weidenhausen | Rechtenbach | 0 | 0.1 | nein |
| 66 | L 3053 | Landesstraße | LDK | Neukirchen | Kraftsolms | 0.1 | 0.13 | ja |
| 69 | L 3054 | Landesstraße | LDK | Oberwetz | Oberquembach | 0 | 0 | nein |
| 72 | L 3054 | Landesstraße | LDK | Oberwetz | Volpertshausen | 0.72 | 0 | nein |
| 74 | L 3133 | Landesstraße | LDK | Rechtenbach | Dornholzhausen | 0.92 | 0 | nein |
| 75 | L 3451 | Landesstraße | LDK | Büblingshausen | Autobahnbrücke | 0.52 | 0 | nein |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Landkreis | Ort Start | Ort Ende | Entfernung Ort Start [km] | Entfernung Ort Ende [km] | Nähe Parkplätze |
|----|---------------|---------------|-----------|----------------|----------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| 78 | L 3451 | Landesstraße | LDK | Solms | Albshausen | 0 | 0 | ja |
| 79 | L 3282 | Landesstraße | LDK | Holzhausen | Greifenthal | 0.24 | 0.22 | nein |
| 81 | L 3052 | Landesstraße | LDK | Leun | Ehringshausen | 0.15 | 2.1 | nein |
| 82 | L 3052 | Landesstraße | LDK | Leun | Ehringshausen | 0.1 | 1.67 | ja |
| 83 | B 277 | Bundesstraße | LDK | Ehringshausen | Werdorf | 0 | 0 | nein |
| 84 | L 3376 | Landesstraße | LDK | Brechlingen | Autobahnbrücke | 0 | 1 | ja |
| 89 | L 3052 | Landesstraße | LDK | Ehringshausen | Kölschhausen | 0.1 | 0.7 | nein |
| 91 | L 3052 | Landesstraße | LDK | Kölschhausen | Niederlemp | 0 | 0 | nein |
| 92 | L 3286 | Landesstraße | LDK | Waldgirmes | Rodheim-Bieber | 0.32 | 1.74 | nein |
| 94 | L 3053 | Landesstraße | LDK | Blasbach | Hohensolms | 1.33 | 0 | ja |
| 95 | L 3053 | Landesstraße | LDK | Blasbach | Hohensolms | 0.58 | 1.15 | ja |
| 97 | L 3053+3287 | Landesstraße | LDK | Hohensolms | Mudersbach | 0.74 | 1 | nein |
| 46 | L 3052;L 3376 | Landesstraße | LDK | Oberlemp | Altenkirchen | 0.84 | 0.71 | nein |
| 50 | K 59 | Kreisstraße | LDK | Mittenaar | Bellersdorf | 0.32 | 0.94 | ja |
| 51 | L 3047 | Landesstraße | LDK | Frankenbach | Rodenhausen | 1 | 1.21 | ja |
| 53 | B 255 | Bundesstraße | LDK | Niederweidbach | Bad Endbach | 0.53 | 0.56 | nein |
| 55 | L 3050 | Landesstraße | LDK | Mittenaar | Siegbach | 0.73 | 1.57 | nein |
| 56 | L 3042 | Landesstraße | LDK | Oberscheid | Hirzenhain | 2.5 | 1.94 | ja |
| 57 | B 253 | Bundesstraße | LDK | Eibelshausen | Simmersbach | 0 | 0 | nein |
| 59 | B 253 | Bundesstraße | LDK | Simmersbach | Oberdieten | 0.75 | 1.1 | ja |
| 60 | L 1571 | Landesstraße | LDK | Hainchen | Rittershausen | 0.8 | 1.7 | nein |
| 62 | L 3391 | Landesstraße | LDK | Waldaubach | Rabenscheid | 0.33 | 0.1 | nein |
| 67 | L 3052 | Landesstraße | LDK | Wintersburg | Leun | 0.42 | 0 | nein |
| 68 | K 352 | Kreisstraße | LDK | Wetzlar | Volpertshausen | 0.9 | 0 | ja |
| 70 | K 32 | Kreisstraße | LDK | Steinbrücken | Roth | 0.27 | 0 | nein |
| 71 | L 3053 | Landesstraße | LDK | Schwalbach | Laufdorf | 0.51 | 0.22 | ja |
| 73 | L 3044 | Landesstraße | LDK | Weidelbach | Dietzhöltal | 1.2 | 0.1 | nein |
| 76 | K 48 | Kreisstraße | LDK | Oberroßbach | Frohnhausen | 0.63 | 1.71 | ja |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Landkreis | Ort Start | Ort Ende | Entfernung Ort Start [km] | Entfernung Ort Ende [km] | Nähe Parkplätze |
|-----|---------|---------------|-----------|----------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| 77 | B 277 | Bundesstraße | LDK | Allendorf | Autobahnbrücke | 0 | 0.27 | nein |
| 80 | K 355 | Kreisstraße | LDK | Rechtenbach | Münchholzhausen | 0.2 | 0 | nein |
| 85 | K 39 | Kreisstraße | LDK | Donsbach | Dillenburg | 0.27 | 0.16 | nein |
| 86 | L 3044 | Landesstraße | LDK | Oberroßbach | Weidelbach | 0.31 | 0.17 | ja |
| 87 | L 3044 | Landesstraße | LDK | Rodenbach | Niederroßbach | 0 | 0 | ja |
| 88 | L 3046 | Landesstraße | LDK | Arborn | Odersberg | 0 | 0.1 | nein |
| 90 | L 3284 | Landesstraße | LDK | Nauborn | Niederwetz | 1 | 1 | nein |
| 93 | B 255 | Bundesstraße | LDK | Niederweidbach | Oberweidbach | 1 | 0.15 | nein |
| 96 | K 365 | Kreisstraße | LDK | Brandoberndorf | Cleeberg | 0.79 | 0.32 | ja |
| 98 | L 3376 | Landesstraße | LDK | Oberlemp | Bechlingen | 0.17 | 0.1 | nein |
| 99 | K 43+44 | Kreisstraße | LDK | Steinbach | Autobahnbrücke | 0.22 | 0 | nein |
| 100 | K 49 | Kreisstraße | LDK | Manderbach | Sechshelden | 0.12 | 0.1 | nein |
| 101 | L 3053 | Landesstraße | LDK | Blasbach | Hermannstein | 0.1 | 1 | nein |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

Tabelle A5. Übersicht über Teststrecken (n=151) in den Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter inklusive Informationen zur Straßenkategorie, Länge, Lage, Reflektorart, Testgruppe, Daten des Anbringens und Abnehmens, sowie Anzahl an Wildunfällen km⁻¹ in den Testjahren 1 und ggf. 2. * im zweiten Testjahr angebrachte Reflektoren verblieben in Absprache mit den Straßenbehörden vor Ort.

| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | 2016/17 | Reflektorart | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen | Testjahr 1 WU/km | Testjahr 2 WU/km |
|----|-------|---------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | L 554 | Landesstraße | 1940.03 | Göttingen | x | | | db | 51°34'28.23" | 9°43'16.33" | 51°34'47.06" | 9°42'11.13" | 02.10.2014 | 02.10.2015 | 1.03 | 1.03 |
| 2 | K 32 | Kreisstraße | 1595.44 | Göttingen | | x | | db | 51°29'17.46" | 9°51'58.25" | 51°29'01.83" | 9°50'39.99" | 16.12.2015 | * | 0.63 | 1.88 |
| 3 | L 561 | Landesstraße | 2068.50 | Göttingen | x | | | db | 51°27'26.95" | 9°38'29.50" | 51°28'27.49" | 9°38'22.76" | 02.10.2014 | 02.10.2015 | 2.90 | 3.87 |
| 4 | K 226 | Kreisstraße | 1992.59 | Göttingen | x | | | hb | 51°24'08.18" | 9°40'49.78"E | 51°24'11.26" | 9°42'27.35" | 29.09.2014 | 29.09.2015 | 2.51 | 1.51 |
| 5 | B 496 | Bundesstraße | 2194.15 | Göttingen | | x | | hb | 51°23'37.94" | 9°37'41.49" | 51°23'17.10" | 9°37'23.52" | 16.12.2015 | * | 0.91 | 0.00 |
| 6 | L562 | Landesstraße | 2214.39 | Göttingen | x | | | hb | 51°22'18.69" | 9°36'45.60" | 51°21'25.47" | 9°35'38.11" | 15.12.2014 | 16.12.2015 | 1.81 | 0.00 |
| 7 | L 559 | Landesstraße | 2184.71 | Göttingen | | x | | hb | 51°27'7.50" | 9°50'27.76" | 51°27'46.19" | 9°49'08.82" | 07.10.2015 | * | 1.83 | 2.75 |
| 8 | L 564 | Landesstraße | 2147.57 | Göttingen | | x | | db | 51°26'33.98" | 9°51'07.05" | 51°25'43.75" | 9°50'23.95" | 05.10.2015 | * | 1.86 | 2.79 |
| 9 | B 446 | Bundesstraße | 1530.67 | Göttingen | | x | | db | 51°34'58.54" | 10° 3'55.43" | 51°34'46.00" | 10° 5'03.21" | 17.12.2015 | + | 1.96 | 1.31 |
| 10 | B*446 | Bundesstraße | 1679.57 | Göttingen | x | * | * | hb | 51°36'15.96" | 9°59'47.01" | 51°35'58.91" | 0°*1'06.86" | 06.10.2014 | 06.10.2015 | 2.98 | 2.98 |
| 11 | B 446 | Bundesstraße | 1991.48 | Göttingen | | x | | hb | 51°35'50.96" | 10°02'09.93" | 51°35'17.42" | 10°03'27.75" | 01.10.2015 | + | 6.03 | 0.50 |
| 12 | K 108 | Kreisstraße | 960.48 | Göttingen | | x | | db | 51°34'59.63" | 10°17'27.11" | 51°35'11.68" | 10°16'42.02" | 17.12.2015 | + | 1.04 | 1.04 |
| 13 | K 108 | Kreisstraße | 1276.27 | Göttingen | | x | | hb | 51°35'39.94" | 10°15'31.77" | 51°35'19.73" | 10°16'24.90" | 17.12.2015 | + | 3.13 | 3.13 |
| 14 | B 27 | Bundesstraße | 2037.12 | Göttingen | | x | | hb | 51°34'33.46" | 10°07'29.81" | 51°35'13.14" | 10°08'52.08" | 01.10.2015 | + | 4.42 | 5.89 |
| 15 | B 27 | Bundesstraße | 2036.43 | Göttingen | x | | | hb | 51°35'57.01" | 10°12'08.99" | 51°35'27.37" | 10°10'40.96" | 16.12.2014 | 14.12.2015 | 4.91 | 2.46 |
| 16 | K 37 | Kreisstraße | 2112.63 | Göttingen | x | | | db | 51°33'21.94" | 9°47'29.62" | 51°33'44.32" | 9°49'13.26" | 30.09.2014 | 30.09.2015 | 3.31 | 1.89 |
| 17 | B 446 | Bundesstraße | 1961.72 | Göttingen | x | | | hb | 51°32'29.20" | 10°10'20.46" | 51°31'47.42" | 10°11'29.24" | 15.12.2014 | 14.12.2015 | 1.02 | 2.04 |
| 18 | K 109 | Kreisstraße | 2044.79 | Göttingen | | x | | db | 51°33'32.35" | 10°19'21.24" | 51°33'25.70" | 10°21'06.04" | 05.10.2015 | + | 2.45 | 5.87 |
| 19 | L 523 | Landesstraße | 2165.35 | Göttingen | x | | | db | 51°33'53.09" | 10° 5'50.32" | 51°32'45.54" | 10°05'40.25" | 15.12.2014 | 14.12.2015 | 2.77 | 1.39 |
| 20 | K 45 | Kreisstraße | 1542.75 | Göttingen | | x | | hb | 51°27'54.93" | 10°07'20.75" | 51°27'23.49" | 10°08'12.59" | 05.10.2015 | + | 3.24 | 1.94 |
| 21 | L 568 | Landesstraße | 2008.34 | Göttingen | | x | | hb | 51°27'56.24" | 10°00'00.38" | 51°27'25.20" | 10°01'24.38" | 05.10.2015 | + | 1.49 | 1.00 |
| 22 | L 569 | Landesstraße | 1902.29 | Göttingen | x | | | db+a | 51°29'34.18" | 10° 1'13.75" | 51°29'18.23" | 10°02'47.50" | 06.10.2014 | 06.10.2015 | 2.10 | 1.05 |
| 23 | B 3 | Bundesstraße | 2254.06 | Göttingen | x | | | db | 51°29'07.56" | 9°43'27.64" | 51°29'57.41" | 9°44'47.19" | 02.10.2014 | 02.10.2015 | 4.44 | 4.44 |
| 24 | B 80 | Bundesstraße | 2411.15 | Göttingen | | x | | hb | 51°24'58.95" | 9°40'34.79" | 51°24'37.65" | 9°42'20.03" | 16.12.2015 | + | 4.15 | 3.32 |
| 25 | K 206 | Kreisstraße | 2145.11 | Göttingen | | x | | db+a | 51°24'16.10" | 9°46'05.75" | 51°25'13.06" | 9°46'02.66" | 07.10.2015 | + | 2.80 | 1.40 |
| 26 | L 555 | Landesstraße | 1774.10 | Göttingen | | x | | db | 51°35'10.96" | 9°49'52.66" | 51°35'43.18" | 9°50'54.58" | 07.10.2015 | + | 1.13 | 1.13 |
| 27 | K 224 | Kreisstraße | 1794.13 | Göttingen | | x | | hb+a | 51°31'06.46" | 9°46'13.28" | 51°31'49.81" | 9°45'58.42" | 17.12.2015 | + | 2.79 | 2.79 |
| 28 | K 205 | Kreisstraße | 2065.27 | Göttingen | x | | | db | 51°26'48.12" | 9°45'35.49" | 51°27'34.45" | 9°44'30.74" | 29.09.2014 | 29.09.2013 | 0.48 | 5.33 |
| 29 | K 120 | Kreisstraße | 2393.00 | Göttingen | | x | | hb+a | 51°29'27.00" | 10°13'26.57" | 51°29'32.42" | 10°11'29.37" | 17.12.2015 | + | 0.00 | 2.51 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | 2016/17 | Reflektorart | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen | Testjahr 1 WU/km | Testjahr 2 WU/km |
|----|--------|---------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|
| 30 | L 568 | Landesstraße | 1903.34 | Göttingen | | x | | db | 51°28'29.38" | 9°56'14.52" | 51°28'22.10" | 9°57'51.26" | 01.10.2015 | + | 1.58 | 5.78 |
| 31 | K 32 | Kreisstraße | 1967.58 | Göttingen | x | | | db | 51°28'04.81" | 9°48'07.72" | 51°28'47.21" | 9°49'06.09" | 29.09.2014 | 29.09.2015 | 0.51 | 0.51 |
| 32 | L 554 | Landesstraße | 2004.07 | Göttingen | x | | | db | 51°35'10.04" | 9°50'16.56" | 51°34'57.24" | 9°51'53.42" | 02.10.2014 | 02.10.2015 | 0.00 | 4.49 |
| 33 | B 247 | Bundesstraße | 2098.05 | Göttingen | x | | | hb | 51°37'0.05 | 10°12'44.07 | 51°37'53.02 | 10°11'44.26" | 16.12.2014 | 14.12.2015 | 8.10 | 3.34 |
| 34 | L 530 | Landesstraße | 1487.53 | Göttingen | x | | | hb | 51°34'28.49" | 10°17'51.67" | 51°33'55.00" | 10°18'44.63" | 16.12.2014 | 14.12.2015 | 3.36 | 4.03 |
| 35 | L 561 | Landesstraße | 1951.92 | Göttingen | | x | | hb | 51°31'20.55 | 9°36'55.17 | 51°30'55.77" | 9°35'30.48" | 16.12.2015 | + | 2.56 | 1.02 |
| 36 | K 8 | Kreisstraße | 2133.03 | Göttingen | | x | | db | 51°32'59.81" | 10°03'31.99" | 51°31'55.72" | 10°03'50.25" | 01.10.2015 | + | 0.94 | 2.81 |
| 37 | L 569 | Landesstraße | 1701.34 | Göttingen | | x | | hb | 51°30'05.40" | 10°09'50.50" | 51°29'48.80" | 10°08'26.50" | 17.12.2015 | + | 9.40 | 4.70 |
| 38 | K 29 | Kreisstraße | 2228.12 | Göttingen | x | | | db | 51°29'21.79" | 9°53'56.53" | 51°28'18.71" | 9°54'46.77" | 30.09.2014 | 30.09.2015 | 3.14 | 2.24 |
| 39 | L 530 | Landesstraße | 1881.08 | Göttingen | | x | | db | 51°32'40.60" | 10°17'50.21" | 51°32'11.19" | 10°16'52.57" | 01.10.2015 | + | 2.13 | 2.66 |
| 40 | K202 | Kreisstraße | 2075.48 | Göttingen | x | | | hb | 51°29'59.91" | 9°42'46.57" | 51°28'59.45"N | 9°43'21.81" | 30.09.2014 | 30.09.2015 | 0.96 | 1.93 |
| 41 | L544 | Landesstraße | 1709.41 | Göttingen | x | | | db | 51°35'01.38" | 9°54'40.59" | 51°34'58.94" | 9°53'15.83" | 06.10.2014 | 06.10.2015 | 2.34 | 0.58 |
| 42 | L 555 | Landesstraße | 2045.00 | Göttingen | x | | | hb+a | 51°36'02.26" | 9°51'53.30" | 51°36'36.85" | 9°53'23.93" | 15.12.2014 | 14.12.2015 | 1.47 | 2.44 |
| 43 | B 3 | Bundesstraße | 2069.09 | Göttingen | x | | | db | 51°31'18.53" | 9°50'57.88" | 51°31'05.04" | 9°49'15.45" | 17.12.2014 | 14.12.2015 | 2.42 | 5.32 |
| 44 | L 3044 | Landesstraße | 2046.14 | LDK | x | | | hb | 50°42'02.89" | 8°10'12.65" | 50°41'20.08" | 8°08'57.03" | 02.12.2014 | 02.12.2015 | 3.42 | 4.40 |
| 45 | B 255 | Bundesstraße | 2104.09 | LDK | x | | | hb | 50°39'11.60" | 8°12'33.60" | 50°39'02.04" | 8°10'50.69" | 02.12.2014 | 02.12.2015 | 1.43 | 4.28 |
| 46 | L 3461 | Landesstraße | 2064.73 | LDK | | x | | db | 50°38'16.20" | 8°11'49.50" | 50°38'38.50" | 8°13'22.60" | 05.12.2015 | + | 5.81 | 6.30 |
| 47 | L 3044 | Landesstraße | 2269.50 | LDK | x | | | hb | 50°36'46.90" | 8°11'43.11" | 50°35'38.80" | 8°12'16.00" | 03.12.2014 | 03.12.2015 | 4.85 | 3.08 |
| 48 | L 3046 | Landesstraße | 2098.18 | LDK | x | | | hb | 50°35'57.90" | 8°14'02.70" | 50°35'31.23 | 8°12'47.53" | 03.12.2014 | 03.12.2015 | 2.86 | 5.24 |
| 49 | L 3324 | Landesstraße | 1728.71 | LDK | x | | | hb | 50°32'08.35" | 8°18'24.35" | 50°32'57.91"N | 8°17'51.40"E | 03.12.2014 | 03.12.2015 | 7.52 | 1.74 |
| 50 | L 3324 | Landesstraße | 1921.81 | LDK | | x | | hb | 50°33'12.20" | 8°17'32.50" | 50°34'09.20" | 8°17'33.20" | 03.12.2015 | + | 3.64 | 3.12 |
| 51 | L 3020 | Landesstraße | 1888.67 | LDK | | x | | db | 50°32'46.92" | 8°19'48.72" | 50°33'13.71" | 8°21'03.60" | 03.12.2015 | + | 5.29 | 9.00 |
| 52 | L 3451 | Landesstraße | 2548.64 | LDK | x | | | hb+a | 50°29'35.60" | 8°21'46.00" | 50°30'29.90" | 8°23'03.30" | 09.12.2014 | 08.12.2015 | 5.89 | 5.10 |
| 53 | L 3283 | Landesstraße | 1906.07 | LDK | | x | | hb | 50°29'43.56" | 8°25'51.34" | 50°28'45.90" | 8°26'12.30" | 06.12.2015 | + | 3.67 | 1.57 |
| 54 | L 3053 | Landesstraße | 1711.25 | LDK | x | | | db | 50°27'10.42" | 8°27'36.26" | 50°26'29.80" | 8°28'31.66" | 09.12.2014 | 08.12.2015 | 2.34 | 1.17 |
| 55 | L 3054 | Landesstraße | 1867.50 | LDK | | x | | hb | 50°30'33.46" | 8°33'23.97" | 50°31'01.00" | 8°34'45.80" | 06.12.2015 | + | 2.68 | 4.82 |
| 56 | L 3053 | Landesstraße | 1924.06 | LDK | | x | | db+a | 50°28'33.90" | 8°26'33.70" | 50°27'35.70" | 8°26'57.00" | 06.12.2015 | + | 1.56 | 5.72 |
| 57 | L 3054 | Landesstraße | 1827.02 | LDK | | x | | hb | 50°28'30.29" | 8°30'21.34" | 50°28'03.03" | 8°28'58.39" | 06.12.2015 | + | 2.19 | 0.00 |
| 58 | L 3054 | Landesstraße | 2103.21 | LDK | x | | | hb+a | 50°29'45.91" | 8°31'54.82" | 50°28'45.30" | 8°31'07.28" | 09.12.2014 | 08.12.2015 | 1.90 | 0.00 |
| 59 | L 3133 | Landesstraße | 1513.46 | LDK | | x | | db | 50°30'08.90" | 8°35'39.40" | 50°30'55.30" | 8°35'15.20" | 08.12.2015 | + | 9.91 | 6.61 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | 2016/17 | Reflektorart | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen | Testjahr 1 WU/km | Testjahr 2 WU/km |
|----|---------------|---------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|
| 60 | L 3451 | Landesstraße | 1831.76 | LDK | | x | | hb | 50°33'20.85" | 8°33'40.61" | 50°33'07.87" | 8°32'12.20" | 08.12.2015 | + | 16.38 | 13.10 |
| 61 | L 3451 | Landesstraße | 1609.72 | LDK | x | | | db | 50°31'54.57" | 8°24'48.66" | 50°32'21.31" | 8°25'57.36" | 04.12.2014 | 04.12.2015 | 11.80 | 9.94 |
| 62 | L 3282 | Landesstraße | 2173.46 | LDK | | x | | db | 50°36'24.80" | 8°19'03.60" | 50°35'51.73" | 8°17'27.06" | 05.12.2015 | + | 7.82 | 10.12 |
| 63 | L 3052 | Landesstraße | 2068.56 | LDK | x | | | db | 50°33'22.76" | 8°21'37.43" | 50°34'24.76" | 8°21'43.53" | 03.12.2014 | 03.12.2015 | 6.77 | 3.87 |
| 64 | L 3052 | Landesstraße | 2088.01 | LDK | x | | | db | 50°35'25.11" | 8°22'17.54" | 50°34'39.00" | 8°21'39.00" | 04.12.2014 | 04.12.2015 | 3.35 | 4.31 |
| 65 | B 277 | Bundesstraße | 1024.79 | LDK | x | | | db | 50°35'45.89" | 8°23'36.63" | 50°35'44.08" | 8°24'26.81" | 04.12.2014 | 04.12.2015 | 18.54 | 10.73 |
| 66 | L 3376 | Landesstraße | 2301.12 | LDK | x | | | db | 50°37'29.85" | 8°27'02.49" | 50°36'28.07" | 8°27'19.30" | 04.12.2014 | 04.12.2015 | 6.52 | 12.17 |
| 67 | L 3052 | Landesstraße | 1825.08 | LDK | | x | | db+a | 50°37'38.69" | 8°23'43.80" | 50°36'45.70" | 8°23'10.70" | 09.12.2015 | + | 9.31 | 7.12 |
| 68 | L 3052 | Landesstraße | 2079.89 | LDK | | x | | hb | 50°38'04.56" | 8°23'55.88" | 50°38'42.87" | 8°24'57.65" | 09.12.2015 | + | 6.25 | 6.73 |
| 69 | L 3286 | Landesstraße | 2228.82 | LDK | x | | | db | 50°35'49.13" | 8°33'10.85" | 50°36'50.35" | 8°33'39.25" | 10.12.2014 | 07.12.2015 | 2.69 | 4.49 |
| 70 | L 3053 | Landesstraße | 2058.55 | LDK | | x | | db | 50°37'50.54" | 8°30'55.87" | 50°36'50.49" | 8°31'17.45" | 08.12.2015 | + | 2.43 | 6.32 |
| 71 | L 3053 | Landesstraße | 1941.74 | LDK | | x | | hb | 50°38'41.87" | 8°31'26.85" | 50°37'57.66" | 8°31'03.23" | 09.12.2015 | + | 3.61 | 3.61 |
| 72 | L 3053+3287 | Landesstraße | 2067.07 | LDK | x | | | hb | 50°39'38.58" | 8°30'45.56" | 50°40'35.20" | 8°30'02.60" | 10.12.2014 | 07.12.2015 | 2.42 | 3.87 |
| 73 | L 3052;L 3376 | Landesstraße | 2153.57 | LDK | | x | | db | 50°40'14.40" | 8°27'20.15" | 50°39'08.39" | 8°26'53.91" | 30.11.2015 | + | 4.64 | 3.71 |
| 74 | K 59 | Kreisstraße | 2054.07 | LDK | x | | | db | 50°40'06.25" | 8°24'59.54" | 50°40'47.24" | 8°23'52.53" | 10.12.2014 | 07.12.2015 | 0.97 | 2.43 |
| 75 | L 3047 | Landesstraße | 2290.91 | LDK | x | | | hb | 50°42'30.50" | 8°32'57.70" | 50°41'19.33" | 8°32'39.57" | 08.12.2014 | 07.12.2015 | 2.18 | 4.37 |
| 76 | B 255 | Bundesstraße | 1974.46 | LDK | | x | | db | 50°43'09.80" | 8°30'22.70" | 50°44'05.60" | 8°30'48.80" | 30.11.2015 | + | 1.01 | 2.53 |
| 77 | L 3050 | Landesstraße | 2045.59 | LDK | | x | | hb | 50°42'20.70" | 8°22'53.50" | 50°43'12.30" | 8°23'40.60" | 09.12.2015 | + | 1.47 | 2.93 |
| 78 | L 3042 | Landesstraße | 2484.95 | LDK | x | | | db | 50°46'30.20" | 8°22'46.90" | 50°45'22.72" | 8°21'51.04" | 01.12.2014 | 01.12.2015 | 1.61 | 1.21 |
| 79 | B 253 | Bundesstraße | 1502.56 | LDK | x | | | db | 50°48'29.88" | 8°21'06.60" | 50°49'02.65" | 8°22'02.90" | 01.12.2014 | 01.12.2015 | 3.33 | 2.66 |
| 80 | B 253 | Bundesstraße | 2081.99 | LDK | | x | | db | 50°49'48.30" | 8°23'14.90" | 50°50'41.10" | 8°23'55.80" | 05.12.2015 | + | 4.80 | 5.28 |
| 81 | L 1571 | Landesstraße | 2158.23 | LDK | x | | | hb | 50°50'51.88" | 8°13'33.92" | 50°51'04.34" | 8°15'14.83" | 01.12.2014 | 01.12.2015 | 1.85 | 1.85 |
| 82 | L 3391 | Landesstraße | 2073.88 | LDK | x | | | hb | 50°40'38.90" | 8°08'33.80" | 50°39'37.64" | 8°07'51.93" | 02.12.2014 | 02.12.2015 | 3.86 | 0.96 |
| 83 | L 3052 | Landesstraße | 1535.02 | LDK | x | | | hb | 50°32'05.80" | 8°21'56.40" | 50°31'27.50" | 8°22'41.10" | 03.12.2014 | 03.12.2015 | 5.86 | 3.91 |
| 84 | K 352 | Kreisstraße | 1987.31 | LDK | x | | | hb | 50°30'58.34" | 8°32'29.24" | 50°31'58.35" | 8°31'58.00" | 10.12.2014 | 07.12.2015 | 6.04 | 10.57 |
| 85 | K 32 | Kreisstraße | 2121.76 | LDK | | x | | db | 50°50'04.49" | 8°20'19.02" | 50°50'28.33" | 8°21'52.80" | 05.12.2015 | + | 3.30 | 3.30 |
| 86 | L 3053 | Landesstraße | 2068.11 | LDK | | x | | hb | 50°31'10.30" | 8°28'18.90" | 50°30'06.95" | 8°28'16.96" | 06.12.2015 | + | 2.90 | 2.42 |
| 87 | L 3044 | Landesstraße | 2105.73 | LDK | | x | | hb | 50°49'07.45" | 8°17'51.81" | 50°48'47.54" | 8°16'41.71" | 05.12.2015 | + | 3.32 | 1.90 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | 2016/17 | Reflektorart | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen | Testjahr 1 WU/km | Testjahr 2 WU/km |
|-----|---------|---------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|
| 88 | K 48 | Kreisstraße | 2243.45 | LDK | | x | | db | 50°46'57.10" | 8°17'20.30" | 50°47'44.80" | 8°16'02.80" | 02.12.2015 | + | 4.01 | 4.90 |
| 89 | B 277 | Bundesstraße | 1517.26 | LDK | x | | | db+a | 50°45'06.93" | 8°10'11.03" | 50°45'34.60" | 8°09'34.60" | 02.12.2014 | 02.12.2015 | 2.64 | 3.30 |
| 90 | K 355 | Kreisstraße | 2025.56 | LDK | | x | | db | 50°32'45.40" | 8°34'41.20" | 50°31'42.80" | 8°34'25.80" | 06.12.2015 | + | 6.42 | 1.48 |
| 91 | K 39 | Kreisstraße | 2084.79 | LDK | x | | | hb | 50°43'55.90" | 8°16'16.90" | 50°43'35.30" | 8°14'46.50" | 02.12.2014 | 02.12.2015 | 4.80 | 2.88 |
| 92 | L 3044 | Landesstraße | 2103.04 | LDK | x | | | hb | 50°48'37.93" | 8°15'55.04" | 50°47'52.12" | 8°14'40.33" | 01.12.2014 | 01.12.2015 | 6.18 | 5.71 |
| 93 | L 3044 | Landesstraße | 1961.55 | LDK | | x | | hb | 50°47'15.28" | 8°13'28.00" | 50°46'22.04" | 8°12'41.77" | 01.12.2015 | + | 2.55 | 1.53 |
| 94 | L 3046 | Landesstraße | 2001.39 | LDK | x | | | db | 50°35'28.41" | 8°12'24.80" | 50°35'12.53" | 8°10'47.98" | 03.12.2014 | 03.12.2015 | 5.00 | 3.00 |
| 95 | L 3284 | Landesstraße | 2124.45 | LDK | x | | | db | 50°31'04.24" | 8°29'18.82" | 50°29'59.98" | 8°29'23.01" | 04.12.2014 | 04.12.2015 | 4.24 | 5.18 |
| 96 | B 255 | Bundesstraße | 1980.24 | LDK | | x | | db | 50°43'00.21"N | 8°30'07.51"E | 50°42'23.90" | 8°28'49.60" | 30.11.2015 | + | 3.53 | 5.05 |
| 97 | K 365 | Kreisstraße | 1948.60 | LDK | x | | | hb | 50°26'36.94" | 8°31'52.90" | 50°26'07.06" | 8°30'31.96" | 09.12.2014 | 08.12.2015 | 1.03 | 1.54 |
| 98 | L 3376 | Landesstraße | 2058.12 | LDK | | x | | db | 50°38'39.52" | 8°26'26.72" | 50°37'53.61" | 8°26'36.57" | 30.11.2015 | + | 2.43 | 3.40 |
| 99 | K 43+44 | Kreisstraße | 2104.49 | LDK | | x | | db | 50°46'28.05" | 8°11'17.81" | 50°45'27.80" | 8°11'56.70" | 01.12.2015 | + | 1.43 | 3.80 |
| 100 | K 49 | Kreisstraße | 1635.42 | LDK | | x | | hb | 50°45'11.10" | 8°15'03.10" | 50°45'49.60" | 8°15'47.50" | 02.12.2015 | + | 0.61 | 2.45 |
| 101 | L 3053 | Landesstraße | 2136.11 | LDK | | x | | hb | 50°35'10.70" | 8°29'50.00" | 50°36'09.60" | 8°30'08.00" | 04.12.2015 | + | 4.68 | 2.81 |
| 102 | B 252 | Bundesstraße | 2228.56 | Höxter | | x | | bunt | 51°49'52.19"N | 9° 4'45.06"E | 51°48'55.98"N | 9° 5'53.81"E | 20.05.2015 | 19.05.2016 | 4.94 | 4.04 |
| 103 | B 239 | Bundesstraße | 1947.32 | Höxter | | | x | bunt | 51°49'58.59"N | 9°12'34.48"E | 51°50'28.70"N | 9°11'06.98"E | 20.05.2016 | + | 3.59 | 2.57 |
| 104 | B 239 | Bundesstraße | 1581.20 | Höxter | | | x | bunt | 51°50'14.81"N | 9°15'40.82"E | 51°50'20.09"N | 9°17'02.68"E | 23.05.2016 | + | 1.26 | 2.53 |
| 105 | B 239 | Bundesstraße | 2059.39 | Höxter | | x | | bunt | 51°49'41.16"N | 9°18'44.37"E | 51°50'18.62"N | 9°17'19.76"E | 22.05.2015 | 20.05.2016 | 1.46 | 1.94 |
| 106 | L 946 | Landesstraße | 2066.05 | Höxter | | x | | bunt | 51°49'47.45"N | 9°21'11.61"E | 51°49'19.84"N | 9°22'39.12"E | 22.05.2015 | 20.05.2016 | 1.45 | 2.42 |
| 107 | L 755 | Landesstraße | 2077.03 | Höxter | | | x | bunt | 51°48'26.94"N | 9°12'05.32"E | 51°48'56.23"N | 9°13'28.75"E | 23.05.2016 | + | 2.89 | 0.48 |
| 108 | L 755 | Landesstraße | 1644.58 | Höxter | | x | | bunt | 51°47'32.80" | 9° 0'25.26"E | 51°47'56.16"N | 9° 1'39.51"E | 22.05.2015 | 19.05.2016 | 0.61 | 2.43 |
| 109 | L 951 | Landesstraße | 1740.25 | Höxter | | | x | bunt | 51°47'35.34"N | 9° 1'32.23"E | 51°46'47.77"N | 9° 1'55.52"E | 23.05.2016 | + | 4.02 | 4.02 |
| 110 | B 252 | Bundesstraße | 1795.97 | Höxter | | | x | bunt | 51°46'50.54"N | 9° 8'41.93"E | 51°47'46.40"N | 9° 8'24.00"E | 23.05.2016 | + | 2.23 | 2.78 |
| 111 | K 61+60 | Kreisstraßen | 2139.84 | Höxter | | x | | bunt | 51°46'46.48"N | 9°13'59.14"E | 51°46'28.36"N | 9°15'41.43"E | 22.05.2015 | 19.05.2016 | 1.87 | 3.74 |
| 112 | B 64 | Bundesstraße | 1992.53 | Höxter | | | x | bunt | 51°48'12.59"N | 9°24'11.90"E | 51°49'07.13"N | 9°24'34.41"E | 20.05.2016 | + | 1.51 | 4.01 |
| 113 | B 64 | Bundesstraße | 1971.98 | Höxter | | x | | bunt | 51°42'42.59" | 9°19'01.04"E | 51°43'19.43"N | 9°20'24.67"E | 21.05.2015 | 18.05.2016 | 1.52 | 4.06 |
| 114 | B 83 | Bundesstraße | 1929.55 | Höxter | | x | | bunt | 51°42'52.63" | 9°22'27.05" | 51°43'52.48" | 9°22'06.18" | 21.05.2015 | 18.05.2016 | 2.59 | 2.59 |
| 115 | B 241 | Bundesstraße | 2211.14 | Höxter | | x | | bunt | 51°37'54.94"N | 9°18'30.97"E | 51°38'53.73"N | 9°19'18.38"E | 21.05.2015 | 18.05.2016 | 2.26 | 4.07 |
| 116 | B 241 | Bundesstraße | 2425.78 | Höxter | | | x | bunt | 51°32'59.08"N | 9°13'12.79"E | 51°33'42.29"N | 9°14'34.17"E | 25.05.2016 | + | 1.65 | 2.06 |
| 117 | B 252 | Bundesstraße | 1626.59 | Höxter | | | x | bunt | 51°32'15.61"N | 9° 8'04.57"E | 51°33'07.81"N | 9° 7'56.09"E | 25.05.2016 | + | 0.61 | 4.30 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | 2016/17 | Reflektorart | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen | Testjahr 1 WU/km | Testjahr 2 WU/km |
|-----|-----------|---------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|
| 118 | L 828 | Landesstraße | 2360.70 | Höxter | | | x | bunt | 51°35'25.70"N | 9° 2'08.75"E | 51°36'39.20"N | 9° 2'10.20"E | 25.05.2016 | + | 3.81 | 1.69 |
| 119 | L 828 | Landesstraße | 2109.63 | Höxter | | | x | bunt | 51°37'45.18"N | 9° 1'31.68"E | 51°38'45.40"N | 9° 0'49.90"E | 25.05.2016 | + | 2.84 | 3.79 |
| 120 | L 954 | Landesstraße | 2163.70 | Höxter | | | x | bunt | 51°42'30.20"N | 9° 1'33.50"E | 51°41'25.90"N | 9° 1'05.80"E | 23.05.2016 | + | 4.16 | 3.24 |
| 121 | B 64 | Bundesstraße | 1922.44 | Höxter | | x | | bunt | 51°43'23.84"N | 9° 2'48.57"E | 51°42'57.39"N | 9° 4'10.89"E | 20.05.2015 | 18.05.2016 | 3.64 | 3.64 |
| 122 | B 64 | Bundesstraße | 1899.09 | Höxter | | x | | bunt | 51°42'38.83"N | 9° 7'14.15"E | 51°42'07.36"N | 9° 8'38.84"E | 21.05.2015 | 18.05.2016 | 5.27 | 5.27 |
| 123 | K 39 | Kreisstraßen | 1942.20 | Höxter | | x | | bunt | 51°43'42.40"N | 9°13'33.54"E | 51°42'48.13"N | 9°14'14.73"E | 21.05.2015 | 18.05.2016 | 2.57 | 2.06 |
| 124 | B 252 | Bundesstraße | 1725.25 | Höxter | | | x | bunt | 51°40'31.55"N | 9° 9'49.90"E | 51°39'44.22"N | 9° 9'13.68"E | 23.05.2016 | + | 1.16 | 2.90 |
| 125 | B 252 | Bundesstraße | 1578.56 | Höxter | | x | | bunt | 51°29'23.32"N | 9° 6'47.45"E | 51°28'34.46"N | 9° 6'34.28"E | 19.05.2015 | 17.05.2016 | 2.53 | 1.90 |
| 126 | L 838 | Landesstraße | 2149.03 | Höxter | | | x | bunt | 51°35'38.90"N | 9°19'27.83"E | 51°36'46.67"N | 9°19'47.72"E | 25.05.2016 | + | 2.79 | 4.65 |
| 127 | L 825+886 | Landesstraße | 2202.91 | Höxter | | x | | bunt | 51°46'48.60"N | 9°12'02.80"E | 51°47'46.64"N | 9°11'51.71"E | 20.05.2015 | 19.05.2016 | 0.91 | 1.82 |
| 128 | L 954 | Landesstraße | 2049.29 | Höxter | | x | | bunt | 51°46'43.05"N | 9° 0'02.74"E | 51°46'07.64"N | 9° 1'29.45"E | 20.05.2015 | 19.05.2016 | 2.44 | 2.44 |
| 129 | K 18_3 | Kreisstraßen | 2000.92 | Höxter | | x | | bunt | 51°44'47.25"N | 9° 5'21.86"E | 51°44'16.83"N | 9° 4'03.79"E | 20.05.2015 | 19.05.2016 | 9.50 | 7.50 |
| 130 | K 18_2 | Kreisstraßen | 2196.93 | Höxter | | | x | bunt | 51°45'03.28"N | 9° 7'53.43"E | 51°44'59.25"N | 9° 6'03.03"E | 23.05.2016 | + | 4.10 | 5.01 |
| 131 | K 18_1 | Kreisstraßen | 1983.62 | Höxter | | x | | bunt | 51°44'35.88"N | 9° 9'28.04"E | 51°45'04.75"N | 9° 8'06.02"E | 15.09.2015 | 15.09.2016 | 3.02 | 4.03 |
| 132 | B 80 | Bundesstraße | 2018.05 | Kassel | | x | | bunt | 51°36'44.72"N | 9°32'17.17"E | 51°37'41.20 | 9°32'29.70" | 19.05.2015 | 18.05.2016 | 5.95 | 2.97 |
| 133 | B 83 | Bundesstraße | 1149.40 | Kassel | | | x | bunt | 51°33'33.18"N | 9°24'55.15"E | 51°32'56.42"N | 9°24'54.85"E | 25.05.2016 | + | 6.09 | 3.48 |
| 134 | L 3212 | Landesstraße | 2124.74 | Kassel | | x | | bunt | 51°29'16.09"N | 9°22'32.12"E | 51°28'30.81"N | 9°21'10.68"E | 19.05.2015 | 17.05.2016 | 2.82 | 1.88 |
| 135 | B 83 | Bundesstraße | 2138.97 | Kassel | | x | | bunt | 51°24'33.97"N | 9°26'32.14"E | 51°23'29.91"N | 9°26'10.68"E | 18.05.2015 | 17.05.2016 | 7.01 | 5.14 |
| 136 | B 450 | Bundesstraße | 2188.41 | Kassel | | | x | bunt | 51°19'2.93 | 9°11'20.64" | 51°18'27.09"N | 9°12'56.10"E | 26.05.2016 | + | 2.74 | 2.28 |
| 137 | B 251 | Bundesstraße | 2552.78 | Kassel | | x | | bunt | 51°19'00.30"N | 9°16'07.34"E | 51°19'24.27"N | 9°18'04.75"E | 18.05.2015 | 17.05.2016 | 1.18 | 1.18 |
| 138 | B 251 | Bundesstraße | 1334.74 | Kassel | | | x | bunt | 51°17'09.37"N | 9°10'09.28"E | 51°17'32.82"N | 9°11'06.72"E | 26.05.2016 | + | 1.50 | 0.75 |
| 139 | L 3215 | Landesstraße | 2147.49 | Kassel | | | x | bunt | 51°16'46.11"N | 9°20'13.10"E | 51°16'10.81"N | 9°21'42.24"E | 25.05.2016 | + | 1.40 | 1.86 |
| 140 | K 4 | Kreisstraße | 2061.78 | Kassel | | | x | bunt | 51°18'31.18"N | 9°36'22.78"E | 51°18'28.75"N | 9°38'07.02"E | 30.05.2016 | + | 4.85 | 2.43 |
| 141 | B 451 | Bundesstraße | 1693.04 | Kassel | | | x | bunt | 51°15'34.40"N | 9°42'08.42"E | 51°15'27.89"N | 9°43'33.93"E | 30.05.2016 | + | 1.18 | 1.18 |
| 142 | B 83 | Bundesstraße | 1126.25 | Kassel | | | x | bunt | 51°33'58.34"N | 9°25'07.46"E | 51°34'26.80"N | 9°25'43.79"E | 14.06.2016 | + | 5.33 | 4.44 |
| 143 | L 3237 | Landesstraße | 1692.22 | Kassel | | | x | bunt | 51°18'56.18"N | 9°35'11.43"E | 51°19'27.25"N | 9°36'22.00"E | 30.05.2016 | + | 0.59 | 3.55 |
| 144 | L 3229 | Landesstraße | 2071.67 | Kassel | | x | | bunt | 51°29'14.41"N | 9°26'2.79"E | 51°28'21.98"N | 9°26'56.98"E | 18.05.2015 | 17.05.2016 | 1.93 | 0.48 |
| 145 | L 3236 | Landesstraße | 1455.38 | Kassel | | x | | bunt | 51°15'18.57"N | 9°33'40.43"E | 51°14'33.01"N | 9°33'37.29"E | 28.10.2015 | 31.10.2016 | 5.50 | 1.37 |
| 146 | B 7 | Bundesstraße | 1716.69 | Kassel | | | x | bunt | 51°15'56.10"N | 9°40'21.86"E | 51°16'28.61"N | 9°39'12.65"E | 30.05.2016 | + | 2.33 | 1.17 |
| 147 | B 7 | Bundesstraße | 1441.33 | Kassel | | | x | bunt | 51°26'39.93"N | 9°16'41.20"E | 51°26'26.37"N | 9°17'51.95"E | 26.05.2016 | + | 5.55 | 3.47 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen

| ID | Name | Straßenklasse | Länge [m] | Landkreis | 2014/15 | 2015/16 | 2016/17 | Reflektorart | Startkoordinate S | Startkoordinate N | Endkoordinate S | Endkoordinate N | Datum Anbringen | Datum Abnehmen | Testjahr 1 WU/km | Testjahr 2 WU/km |
|-----|-------------|---------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|
| 148 | B 450 | Bundesstraße | 1652.55 | Kassel | | | x | bunt | 51°20'06.45"N | 9° 8'38.36"E | 51°19'56.67"N | 9° 9'50.71"E | 26.05.2016 | + | 0.61 | 1.82 |
| 149 | B 83 | Bundesstraße | 1943.29 | Kassel | | x | | bunt | 51°32'16.65"N | 9°24'38.17"E | 51°31'17.76"N | 9°25'07.28"E | 19.05.2015 | 17.05.2016 | 3.09 | 2.57 |
| 150 | L 3212 | Landesstraße | 1490.39 | Kassel | | x | | bunt | 51°27'47.70"N | 9°18'39.17"E | 51°28'04.44"N | 9°19'51.26"E | 19.05.2015 | 17.05.2016 | 6.71 | 3.35 |
| 151 | K 111+ K112 | Kreisstraße | 2041.78 | Kassel | | x | | bunt | 51°13'37.66"N | 9°13'25.84"E | 51°13'07.97"N | 9°14'51.37"E | 18.05.2015 | 17.05.2016 | 0.49 | 0.98 |

Überprüfung der Wirksamkeit von Reflektoren zur Bekämpfung von Wildunfällen auf Landstraßen



Fragebogen zur jagdlichen Aktivität entlang von Straßen



| | |
|--------------|------------|
| Revier: | |
| Pächter: | |
| PLZ/Ort: | |
| Straße: | |
| Tel.: | ggf. Email |
| Teststrecke: | |

Einrichtungen im Revier

Wie viele der nachfolgenden Einrichtungen befinden sich in Ihrem Revier und in welchen Abständen zur Straße befinden sich diese? Bitte tragen Sie die Zahl der jeweiligen Einrichtungen in die entsprechenden Felder ein.

| Entfernung zur Straße | < 50 m | 50-200 m | > 200 m | Kommentar |
|-----------------------|--------|----------|---------|-----------|
| Kanzeln | | | | |
| Leitern | | | | |
| Ansitzböcke | | | | |
| Weiteres | | | | |
| Kirrungen | | | | |

Jagdliche Aktivität

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Welche Jagdart wird von Ihnen angewendet? | Ansitz <input type="checkbox"/> | Pirsch <input type="checkbox"/> | Drückjagd <input type="checkbox"/> |
| | Treibjagd <input type="checkbox"/> | Stöberjagd <input type="checkbox"/> | Finderjagd <input type="checkbox"/> |
| | Ansitztreiben <input type="checkbox"/> | sonstiges: _____ | |
| Wie viele Abschüsse/ Jahr finden in nachfolgenden Entfernungen zur Straße statt? | < 50 m | 50-200 m | > 200 m |
| Wie viele Stunden im Monat sitzen Sie an? | _____ Stunden pro Monat (h/M) | | |
| Wie viele Stunden im Monat sitzen Sie in nachfolgenden Entfernungen zur Straße an? | < 50 m _____ h/M | 50-200 m _____ h/M | > 200 m _____ h/M |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Jagen Sie vermehrt in Straßennähe? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| Wenn ja, jagen Sie vermehrt in Teststreckennähe? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| jagen Sie vermehrt seitdem dort Wildwarnreflektoren angebracht wurden? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| Beeinflusst das Vorhandensein von Wildwarnreflektoren Ihre jagdliche Aktivität generell an entsprechenden Abschnitten? | Ja <input type="checkbox"/> | Nein <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |
| Wenn ja, inwiefern ändert sich Ihre jagdliche Aktivität an entsprechendem Abschnitt? | nimmt zu <input type="checkbox"/> | nimmt ab <input type="checkbox"/> | unbekannt <input type="checkbox"/> |

Anke Bente, M.Sc.
Georg-August-Universität Göttingen
Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie
Abteilung Waldbau und Waldökologie der gemäßigten Zonen
Büsgenweg 1, D-37077 Göttingen

Tel. 0551/39 19679
Fax: 0551/39 33270
anke.bente@forst.uni-goettingen.de
abente@gwdg.de

..

Abbildung A1: Fragebogen zur Erhebung der jagdlichen Aktivitäten entlang der jeweiligen Teststrecken



Fragebogen zur jagdlichen Aktivität entlang von Straßen



Land- und forstwirtschaftliche Eingriffe

Wenn sich in Ihrem Revier Teststrecken entlang landwirtschaftlich genutzter Flächen befinden, können Sie Angaben zu den dort angepflanzten Feldfrüchten machen?

| Welche Feldfrüchte befinden sich entlang der Teststrecke? | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Weizen | Körnermais | Silo-Mais | Gerste | Roggen | Hafer | Raps | Kartoffeln | Zuckerrüben | anderes |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Falls es sich in Ihrem Revier um eine Teststrecke entlang landwirtschaftlich genutzter Flächen handelt, haben Sie Informationen zu den Zeiträumen, in denen die dort angepflanzten Feldfrüchte angebaut werden?

| In welchem Zeitraum befinden sich entsprechende Feldfrucht/e entlang der Teststrecke? | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|--------|--------|-------|------|------------|-------------|---------|
| Weizen | Körnermais | Silo-Mais | Gerste | Roggen | Hafer | Raps | Kartoffeln | Zuckerrüben | anderes |
| | | | | | | | | | |

Erholungsnutzung

Wird Ihr Revier von der Öffentlichkeit zur Erholung genutzt?
Ja Nein unbekannt

Wenn ja, welche der folgenden Freizeitaktivitäten wird von der Öffentlichkeit in Ihrem Revier ausgeübt?
Wandern Pilze sammeln Geocaching Mountainbiking sonstiges: _____

Kommentar:

Anke Bente, M.Sc.
Georg-August-Universität Göttingen
Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie
Abteilung Waldbau und Waldökologie der gemäßigten Zonen
Büsgenweg 1, D-37077 Göttingen

Tel. 0551/39 19679
Fax: 0551/39 33270
anke.bente@forst.uni-goettingen.de
abente@gwdg.de

Straßenführung

Material und Methoden

Um die Straßenführung zu ermitteln, wurde die Sinuosität der einzelnen Teststrecken berechnet. Hierbei wird der Quotient aus Länge des Abschnittes und geradliniger Distanz zwischen Start- und Endpunkt nach Mueller 1968 und Stølum 1996 berechnet:

$$P = \frac{L}{D}$$

P= Sinuosität, L= Länge des Abschnittes (SI-Einheit m), D= geradlinige Distanz zwischen Start- und Endpunkt (SI-Einheit m).

Hierfür wurden die Teststrecken in ArcGIS 10.3 (© ESRI) bearbeitet und mittels des Tools ET GeoWizards Polyline characteristics (© Ianko Tchoukanski) die jeweilige Sinuosität berechnet. Die Sinuosität wurde hiernach nach Stølum in vier Kategorien eingeteilt:

| | |
|-----------|---------------|
| <1.05 | fast gerade |
| 1.05-1.25 | leicht kurvig |
| 1.26-1.5 | kurvig |
| >1.5 | sehr kurvig |

Befund

Der Großteil der Teststrecken hat eine geringe Kurvigkeit und ist fast gerade (n=75) oder leicht kurvig (n=59).

Nur wenige Streckenabschnitte sind kurvig (n=12) oder sehr kurvig (n=5) (vgl. Abb.).

Literatur

Mueller, J. E. (1968). An introduction to the hydraulic and topographic sinuosity indexes 1.

Annals of the Association of American Geographers 58 (2), S. 371–385.

Stølum, Hans-Henrik (1996). River Meandering as a Self-Organization Process. Science 271 (5256), S. 1710–1713. DOI: 10.1126/science.271.5256.1710.

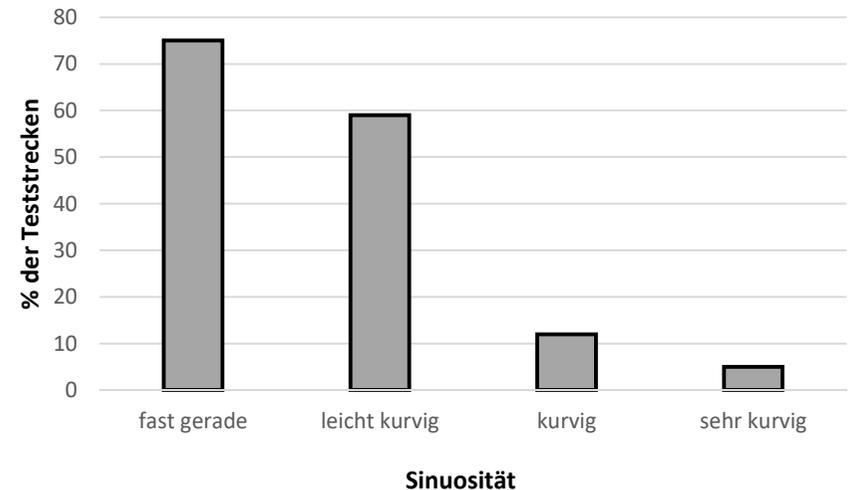


Abbildung: Sinuosität der der Teststrecken (n=151) in den Landkreisen Göttingen, Lahn-Dill, Kassel und Höxter



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Wilhelmstraße 43 / 43G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Telefon 030 / 20 20 - 50 00, Fax 030 / 20 20 - 60 00
Internet: www.gdv.de, www.udv.de