



Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna

Masterarbeit

Markierverhalten von Wölfen auf Forststraßen im Winter

verfasst von

Isabella E. Faffelberger, BSc

im Rahmen des Masterstudiums

Wildtierökologie und Wildtiermanagement

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

Wien, Dezember 2021

Betreut von:

Dipl.ECZM Univ.-Prof. Dr.med.vet. Christian Walzer

Abteilung Conservation Medicine

Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie, Wien

Dr.rer.silv. Felix Knauer

Abteilung Conservation Medicine

Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie, Wien

Prof. Dr. Leonida Fusani

Institutsleitung Konrad-Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung

Konrad-Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung, Wien

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich diese Masterarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Gedanken, die im Wortlaut oder in grundlegenden Inhalten aus unveröffentlichten Texten oder aus veröffentlichter Literatur übernommen wurden, sind ordnungsgemäß gekennzeichnet, zitiert und mit genauer Quellenangabe versehen.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher weder ganz noch teilweise in gleicher oder ähnlicher Form an einer Bildungseinrichtung als Voraussetzung für den Erwerb eines akademischen Grades eingereicht. Sie entspricht vollumfänglich den Leitlinien der Wissenschaftlichen Integrität und den Richtlinien der Guten Wissenschaftlichen Praxis.

Wien, 11.01.2022

Ort, Datum

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sabella Helbig', written in a cursive style.

Unterschrift

1 Inhalt

Eidesstattliche Erklärung	1
2 Abstract	6
3 Zusammenfassung	7
4 Einleitung	8
4.1 Wolfsmonitoring	8
4.2 Markieren mit Losung	10
4.3 Fragestellung und Hypothesen	12
5 Untersuchungsgebiet	13
5.1 Geographische Lage der Wolfsterritorien	13
5.2 Naturraum und Landnutzung	14
5.3 Klimatische Bedingungen	15
6 Material und Methoden	16
6.1 Methodischer Ansatz	16
6.2 Datenerhebung und Probenmaterial	16
6.2.1 Kategorisierung der Losungsproben (SCALP Kriterien)	17
6.3 Probenumfang und Untersuchungszeitraum	18
6.3.1 Datenaufnahme Losungspunkte	18
6.3.2 Datenaufnahme Zufallspunkte	20
6.4 Statistische Modellierung	21
6.4.1 Variablen Losungs- und Zufallspunkte	22
6.4.2 Modell „Losungs- und Zufallspunkte“	23
6.4.3 Variablen Losungspunkte	25
6.4.4 Modell „Auffällig platziert“	26
6.4.5 Modell „Genetisch beprobte Losungen“	26
7 Ergebnisse	27
7.1 Deskriptive Analyse der Losungs- und Zufallspunkte	27
7.1.1 Verteilung der Losungs- und Zufallspunkte auf Wegkategorien	27
7.1.2 Anzahl der Losungs- und Zufallspunkte unterteilt in Rudel und Wegkategorie	27
7.1.3 Verteilung der Losungs- und Zufallspunkte auf Kreuzungen	27

7.1.4	Platzierung der Losungen am Weg.....	27
7.1.5	Breite der Wege bei Losungs- und Zufallspunkten	29
7.1.6	Durchschnittliche Vegetationshöhe bei Losungs- und Zufallspunkten	30
7.1.7	Losungspunkte mit auffällig platzierten Losungen.....	31
7.2	Ergebnisse der genetischen Untersuchung	32
7.2.1	Platzierung der genetisch beprobten Losungen am Weg	32
7.2.2	Auffällige Platzierung der genetisch beprobten Losungen	33
7.2.3	Durchschnittliche Vegetationshöhe bei der Losung.....	33
7.3	Ergebnisse der statistischen Modellierung	34
7.3.1	Modell „Losungs- und Zufallspunkte“	34
7.3.2	Modell „Auffällig platziert“	35
7.3.3	Modell „Genetisch beprobte Losungen“	36
8	Diskussion	37
8.1	Methodendiskussion.....	37
8.1.1	Rudelstruktur in Österreich und Deutschland.....	37
8.1.2	Angewandte Methodik.....	37
8.1.3	Modellansatz	38
8.2	Ergebnisdiskussion.....	38
8.2.1	Modell „Losungs- und Zufallspunkte“	38
8.2.2	Vegetationshöhe	40
8.2.3	Wegkategorie	41
8.2.4	Modell „Auffällig platziert“	41
8.2.5	Unterscheidung der Individuen mittels genetischem Probenmaterial.....	42
8.2.6	Modell „Genetisch beprobte Losungen“	43
8.3	Bedeutung für das Monitoring.....	44
8.4	Bedeutung für das Markierverhalten.....	45
8.5	Schlussfolgerungen für das aktive Wolfsmonitoring.....	46
9	Nachwort	47
10	Danksagung	51
11	Abbildungsverzeichnis	52
12	Tabellenverzeichnis	53
13	Literaturverzeichnis	54

14	Anhang.....	59
14.1	Datenaufnahme Markierverhalten	59
14.2	Losungsprotokoll Wolf.....	60

2 Abstract

An efficient and substantial wolf monitoring is essential for future conservation and management decisions. The best source for genetic monitoring of wolf packs are scats, which are often found along forest roads. Yet, it is still unknown whether or not scats are randomly placed on forest roads. Furthermore, there have been no studies to date on whether fecal marking behavior is only shown by territorial pack members. The goal of this study is to maximise the efficiency of collecting scats for the purpose of wolf monitoring. Therefore it was to be found out, if certain locations on forest roads are preferred by wolves for the placement of their scats and to get a deeper insight into fecal marking behavior of wolves. In the course of active monitoring in the State of Saxony (Germany), data at the locations of scats and random points were collected to compare the actual use with the availability in an "use-availability-design". Fresh scats were genetically analyzed to investigate whether there is a difference in terms of placement in fecal marking behavior between parent animals and other pack members. The results show that scats are not randomly placed even along forest roads and that visual aspects play a role in marking with scats. In addition, no difference was found regarding the placement in fecal marking behavior between parent animals and other pack members. Based on the results, it can be concluded, that scats are a versatile tool for intraspecific communication of wolves and that this aspect also proves to be beneficial from a wolf monitoring perspective.

3 Zusammenfassung

Ein effizientes und robustes Wolfsmonitoring ist unerlässlich, um zukünftige Naturschutz- und Managemententscheidungen auf Basis einer soliden Datengrundlage treffen zu können. Die beste Quelle für das genetische Monitoring von Wolfsrudeln ist Losung. Diese wird häufig entlang von Forststraßen gefunden. Dennoch weiß man bis heute nicht, ob Losung auf Forststraßen zufällig platziert wird oder nicht. Darüber hinaus gibt es bisher keine Studien dazu, ob es sich beim Markieren mit Losung tatsächlich um Losung von Elterntieren handelt. Ziel dieser Studie ist es, die Suche nach Losung effizienter gestalten zu können. Dazu soll herausgefunden werden, ob bestimmte Stellen auf Forststraßen von Wölfen für das Absetzen von Losung präferiert werden und ein tieferer Einblick in das Markierverhalten von Wölfen mit Losung erhalten werden. Im Zuge des aktiven Monitorings in Sachsen (Deutschland) wurden Losungs- und Zufallspunkte gesammelt um die tatsächliche Nutzung mit einem definierten Angebot („use-availability-design“) vergleichen zu können. Frische Losungen wurden genetisch analysiert, um zu untersuchen, ob es bei der Platzierung hinsichtlich des Markierverhaltens zwischen Elterntieren und anderen Rudelmitgliedern einen Unterschied gibt. Die Ergebnisse zeigen, dass Losung entlang von Forststraßen nicht zufällig platziert ist und, dass visuelle Aspekte eine Rolle bei der Platzierung spielen. Außerdem konnte kein Unterschied bei der Platzierung hinsichtlich des Markierverhaltens zwischen Elterntieren und anderen Rudelmitgliedern festgestellt werden. Aus dieser Studie geht hervor, dass Losung ein vielseitiges Werkzeug in der innerartlichen Kommunikation von Wölfen darstellt und sich dieser Aspekt auch aus der Sicht des Wolfsmonitorings als vorteilhaft erweisen könnte.

4 Einleitung

Die Rückkehr von großen Beutegreifern in Europa bringt viele Herausforderungen mit sich. In Ländern, in denen diese einst ausgerottet wurden, sind Praktiken für eine konfliktarme Koexistenz verloren gegangen. Während Herdenschutzmaßnahmen erst neu etabliert werden müssen, kommt es durch den Verlust von Nutztieren zu Konflikten mit der Bevölkerung (Chapron et al. 2014). Beispielsweise wird illegale Verfolgung in Norwegen gesellschaftlich akzeptiert und hemmt die Ausbreitung der Wölfe in Skandinavien, Dänemark und Deutschland (Liberg et al. 2012; Pohja-mykrä and Kurki 2014; Sunde et al. 2021). Um diese Herausforderung annehmen und ein entsprechendes Management gewährleisten zu können, muss eine regelmäßige und langfristige Überwachung der Population und der Verbreitung dieser Tierarten stattfinden (Breitenmoser et al. 2006; Chapron et al. 2014; Miller et al. 2019). Große Beutegreifer unterliegen in den EU-Mitgliedsstaaten einer besonderen Monitoringpflicht (Miller et al. 2019). Daher ist ein effizientes und robustes Monitoring unerlässlich, um Naturschutz- und Managemententscheidungen auf Basis einer soliden Datengrundlage treffen zu können (Breitenmoser et al. 2006; Reinhardt et al. 2015).

4.1 Wolfsmonitoring

Monitoring wird definiert als eine regelmäßige und strukturierte Überwachung, um sicherzustellen, dass eine bestimmte Maßnahme zum Ziel führt (Hellawell 1991 zit. in: Breitenmoser et al. 2006). Die dafür notwendigen Daten müssen in Deutschland für den Wolf das ganze Monitoringjahr über gezielt gesammelt werden. Ein Monitoringjahr richtet sich nach der Geburt der Welpen. Da diese in der Regel Anfang Mai geboren werden, beginnt es mit dem 1. Mai und endet am 30. April des Folgejahres. Beim Sammeln der Daten unterscheidet man zwischen einem aktiven und einem passiven Vorgehen (Reinhardt et al. 2015; LfULG 2021).

Mit passivem Monitoring sind das Sammeln, Auswerten und Analysieren von zufällig anfallenden Daten gemeint. Das sind beispielsweise Sichtungsmeldungen, Totfunde, verletzte Tiere und Wildtier- oder Nutztierrisse. Hierfür ist keine eigene Feldarbeit notwendig. Das systematische Sammeln von Hinweisen, welches eigene Feldarbeit erfordert, wird als aktives Monitoring bezeichnet. Die gesammelten Daten sind die Grundlage, um das Ziel des Monitorings zu erreichen (Breitenmoser et al. 2006; Reinhardt et al. 2015).

Welche Monitoringmethoden für ein Land oder Gebiet in Frage kommen, muss jeweils evaluiert werden (Reinhardt et al. 2015). Für Deutschland werden bei Großraubtieren folgende Methoden empfohlen:

Die Spurensuche bei Schnee ist die gängigste Methode für das Monitoring von Luchs und Wolf. Aus klimatischen Gründen ist diese Methode nicht immer und überall anwendbar, sollte aber wenn möglich auf jeden Fall genutzt werden. Dadurch können Informationen wie Anwesenheitsbestätigung,

Reproduktion, Rudelgröße, markierende Individuen usw. gesammelt werden (Breitenmoser et al. 2006; Reinhardt et al. 2015).

Der Erfolg von systematischen Heulanimationen ist zwar gering, jedoch kann die Anwendung im Einzelfall Sinn machen. Kamerafallenmonitoring eignet sich besonders für Luchse, da die Individuen anhand ihres Fleckenmusters unterschieden werden können. Eine individuelle Erkennung der Tiere ist beim Wolf nur selten möglich, aber auch für den Wolf hat sich diese Methode mittlerweile bewährt. In Deutschland werden die meisten Reproduktionsnachweise bei Wölfen durch Kamerafallen erbracht (Reinhardt et al. 2015). Weiters kann so die Mindestrudelgröße erhoben werden und in Kombination mit genetischen Untersuchungen Abgrenzungen zwischen benachbarten Territorien oder den Vorkommensgebieten vorgenommen werden. Als Vorkommensgebiet wird die Fläche bezeichnet, die tatsächlich von der Art besetzt ist (Breitenmoser et al. 2006; Reinhardt et al. 2015).

Die nicht-invasive Entnahme von genetischem Probenmaterial (eng. non-invasive genetic sampling) ist eine Kombination von Methoden, bei der Proben für genetische Untersuchungen im Zuge der aktiven Suche nach Anwesenheitshinweisen gesammelt werden (Taberlet and Luikart 1999; De Barba et al. 2010; Galaverni et al. 2012; Reinhardt et al. 2015; Canu et al. 2017). Genetische Untersuchungen sind besonders für das Monitoring von Bär und Wolf unerlässlich. Genetische Proben können durch das Sammeln von Kot (Losung), Urin, Haaren oder von Speichelproben an Rissen erlangt werden (De Barba et al. 2010; Galaverni et al. 2012; Reinhardt et al. 2015). Diese Methode ist heutzutage aus der Wildtierforschung nicht mehr wegzudenken und stellt einen integralen Bestandteil des Wolfsmonitorings in Deutschland und Österreich dar (Caniglia et al. 2010; Reinhardt et al. 2013, 2015; Quevedo et al. 2019; Hatlauf et al. 2021; Österreichzentrum Bär, Wolf, Luchs 2021; Sittenthaler et al. 2021; Sunde et al. 2021).

Die aktive Suche nach Anwesenheitshinweisen wie Spuren, Kot (Losung), Urin, Scharren am Boden und Rissen ist die am häufigsten angewandte Monitoringmethode für große Beutegreifer und sollte besonders für Bär und Wolf genutzt werden. Dabei werden Wege (Forststraßen, Geländelinien, Gitternetzlinien) in vorher ausgewählten Gebieten abgesucht. Diese Methode bietet den Vorteil, dass sie unabhängig von Klima und Jahreszeit eingesetzt werden kann (Vila et al. 1994; Breitenmoser et al. 2006; Linnell et al. 2014; Reinhardt et al. 2015).

Wölfe nutzen innerhalb ihres Territoriums hauptsächlich Routen, die leicht zu begehen sind (Mech and Boitani 2003). Deshalb finden sich auch Anwesenheitshinweise wie Urin oder Kot (Losung) häufig entlang von Forststraßen (Macdonald 1980; Mech and Boitani 2003; Barja et al. 2004). Das Sammeln von Losung auf Forststraßen ist daher eine effektive Methode, um zu jeder Jahreszeit eine große Menge

an Hinweisen sowie nicht-invasiv entnommenem genetischem Probenmaterial zu erlangen. Diese Suche kann unterschiedlich effizient organisiert sein (De Barba et al. 2010; Reinhardt et al. 2015).

Um die Suche zu Gunsten der Effizienz zu optimieren, möchte man so gut wie möglich einschätzen können, wo genau nach Losung gesucht werden sollte. Die Ergebnisse bisheriger Studien zeigen, dass Wölfe ihre Losung häufig an Kreuzungen absetzen (Vila et al. 1994, Barja et al. 2004). Allerdings weiß man bis heute nicht, wie Losungen außerhalb der Kreuzungen, entlang der Forststraßen, verteilt sind (Vila et al. 1994).

4.2 Markieren mit Losung

Markierverhalten bei Hundartigen ist sehr vielseitig und erfüllt verschiedene Funktionen (Henry 1970; Macdonald 1980). Eine davon ist das Markieren als Form des Territorialverhaltens. Dabei wird versucht ein bestimmtes Gebiet gegen fremde Artgenossen zu verteidigen (Mech and Boitani 2003).

Bei Hundartigen geschieht das unter anderem mittels olfaktorischer und visueller Signale (Macdonald 1980; Vila et al. 1994; Mech and Boitani 2003). Das heißt, ein Territorium wird mit Urin oder Losung und Scharren am Boden markiert (Mech and Boitani 2003). Signale mit Urin oder Losung gelten dann als Markierung, wenn sie an Stellen platziert sind, wo die Wahrscheinlichkeit, dass sie von Artgenossen gefunden werden, sehr hoch ist (Macdonald 1980; Parker et al. 2010). Beim Markieren mit Losung ist damit die Platzierung an Kreuzungen, auf oder neben auffälligen Strukturen sowie das erhöhte Platzieren von Losung gemeint. Das Scharren am Boden tritt meistens in Kombination mit den anderen Signalen auf. Diese Eigenschaften des Markierverhaltens können bei territorialen Hundartigen wie Wölfen aber auch Afrikanischen Wildhunden, Kojoten und Füchsen beobachtet werden (Henry 1970; Gese and Ruff 1997; Mech and Boitani 2003; Parker et al. 2010).

Wölfe leben im Familienverband. Ein Wolfsrudel besteht meist aus zwei Elterntieren (territorialer Rüde und territoriale Fähe), den Welpen und deren Nachkommen der letzten ein bis drei Jahre. Die Elterntiere sind monogam und bleiben ein Leben lang im gleichen Gebiet. Sie reproduzieren jährlich und sind in der Regel die einzigen, die innerhalb des Rudels für Nachwuchs sorgen. Die Nachkommen wandern mit ein bis zwei Jahren ab um eine/n Paarungspartner/in zu finden und ein eigenes Territorium zu etablieren. In seltenen Fällen kann aber auch zu Mehrfachreproduktionen in einem Rudel kommen. Hierbei gibt es neben den Elterntieren, weitere geschlechtsreife Tiere, die sich zusätzlich verpaaren. In Deutschland wurden bisher nicht mehr als zwei reproduzierende Fähen in einem Rudel nachgewiesen, daher wird hier von „Doppelreproduktion“ gesprochen. Im Freistaat Sachsen in Deutschland konnten bisher 14 Doppelreproduktionen nachgewiesen werden (LfULG 2021).

Verhaltensweisen, wie das Scharren am Boden und das Markieren mit Urin, werden vorwiegend bei den Elterntieren eines Rudels beobachtet. Daher nimmt man an, dass es einen Zusammenhang zwischen

Reproduktion und territorialem Verhalten gibt und Markierverhalten sowohl hormonell als auch durch den sozialen Status determiniert ist (Mech and Boitani 2003; Barja et al. 2008; Canu et al. 2017).

Das Markieren mit Losung wird deshalb ebenfalls hauptsächlich den Elterntieren eines Wolfsrudels zugeschrieben (Barja et al. 2008). Mech und Boitani (2003) schreiben, dass territoriale Wolfsrudel markieren und nicht territoriale Individuen nicht. Hierbei wird kein Unterschied zwischen Rudelmitgliedern und der Art der Markierung gemacht. Zub et al. (2003) zeigen, dass Markierungen an gewissen Stellen im Territorium zunehmen, das gilt aber nicht für Losung. Gese und Ruff (1997) beobachten denselben Effekt bei Kojoten.

Genauere Untersuchungen hinsichtlich der Platzierung von Wolfslosung lassen dennoch den Schluss zu, dass es sich dabei um Markierverhalten handelt (Macdonald 1980; Vila et al. 1994). Trotzdem ist noch sehr wenig darüber bekannt. Es gibt viele Studien die sich mit dem Markierverhalten von Wölfen beschäftigen, doch das Markieren mit Losung wird selten genauer beschrieben (Gese and Ruff 1997; Zub et al. 2003; Parker et al. 2010; Bojarska et al. 2020). Beispielsweise gehen Zub et al. (2003) nicht weiter darauf ein, dass die Verteilung von Wolfslosung im Territorium nicht das gleiche Muster zeigt, wie beispielsweise die Verteilung von Urin. Barja et al. (2005; 2008) und Llana et al. (2014) haben genetisch nicht überprüft, ob es sich beim Markieren mit Losung auch wirklich um Losung von territorialen Tieren handelt. Das heißt, im Gegensatz zum Markieren mit Urin oder dem Scharren am Boden, konnte dieses Verhalten bisher nicht eindeutig den Elterntieren eines Wolfsrudels zugeordnet werden.

Bei dieser Studie handelt es sich um eine Beobachtungsstudie, bei der versucht wird, einen tieferen Einblick in das Markierverhalten von Wölfen zu erlangen. Das „use-availability-design“ nach Pearce und Boyce (2006) eignet sich, um die Auswahl von bestimmten Ressourcen (use) aus einem definierten Angebot (availability) zu untersuchen. Mit diesem Ansatz kann für Wölfe eine Bevorzugung für bestimmte Orte zum Absetzen von Losung untersucht werden. Dies wurde bisher noch nicht durchgeführt.

4.3 Fragestellung und Hypothesen

Eine bedeutende Quelle für das genetische Monitoring von Wolfsrudeln ist Losung (De Barba et al. 2010; Reinhardt et al. 2015). Diese findet man besonders auf Forststraßen (Mech and Boitani 2003). Ziel der Studie ist es, die Suche nach Losung effizienter gestalten zu können. Dazu soll untersucht werden, ob es auf Forststraßen Stellen gibt, an denen eine Suche, auf Kosten weniger wahrscheinlicher Stellen, intensiviert werden sollte.

Darüber hinaus soll untersucht werden, inwiefern es sich beim Absetzen von Losung um Markierverhalten handelt. Markierverhalten wird verstanden als das Absetzen von Losungen an Stellen, wo die Wahrscheinlichkeit, dass sie von Artgenossen gefunden wird, sehr hoch ist. Dabei wird erwartet, dass die Elterntiere eines Rudels ein stärkeres Markierverhalten als nicht geschlechtsreife Nachkommen (Jährlinge, Welpen) zeigen.

Daraus ergibt sich folgende Forschungsfrage:

Gibt es eine Präferenz von Wölfen in Rudeln für das Absetzen von Losung auf bestimmten Stellen entlang von Forststraßen und handelt es sich dabei um Markierverhalten?

Dazu gibt es zwei Hypothesen:

Es gibt eine Präferenz von Wölfen in Rudeln für das Absetzen von Losung auf bestimmten Stellen entlang von Forststraßen.

Es gibt einen Unterschied bei der Platzierung der Losungen hinsichtlich des Markierverhaltens zwischen den Elterntieren und den anderen Rudelmitgliedern.

5 Untersuchungsgebiet

Die Proben für diese Studie wurden in der Oberlausitz im Freistaat Sachsen in Deutschland gesammelt. Derzeit gibt es 25 Wolfsrudel (Stand 17.07.2021, Monitoringjahr 2020/21) in diesem Bundesland, von denen fünf in dieser Studie untersucht wurden. Alle untersuchten Wolfsrudel befanden sich im Osten Sachsens, in den Landkreisen Bautzen und Görlitz (DBBW n.d.). Die beiden Landkreise haben gemeinsam eine Fläche von rund 4500 km² und die durchschnittliche Einwohnerdichte liegt bei 132 Einwohnern/km². Insbesondere die Oberlausitz gilt als sehr dünn besiedelt. Hier liegt die Einwohnerdichte teilweise bei unter 50 Einwohnern/km² (PTV Transport Consult GmbH 2013).

5.1 Geographische Lage der Wolfsterritorien

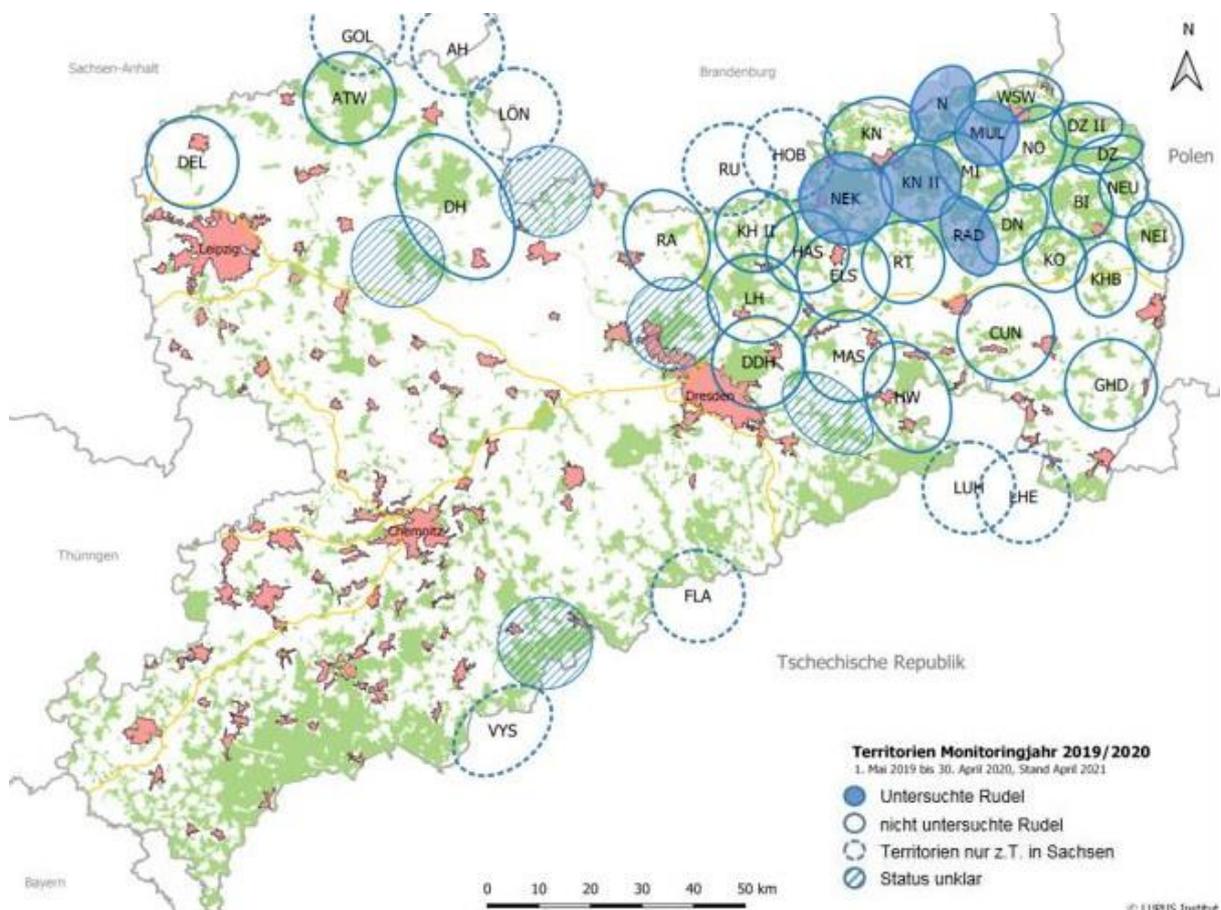


Abbildung 1: Verbreitungsgebiete der sächsischen Wolfsrudel (Quelle: LUPUS Institut (2021), verändert).

Das Rudel **Neustadt/Spremberg (N)** befindet sich im Waldgebiet mit der Bezeichnung „Slamener Heide“, welches sich zwischen Spremberg (BB) und Schleife (SN) erstreckt. Das Rudel bestand im Monitoringjahr 2019/2020 aus mindestens 11 Tieren. Obwohl sich Teile des Territoriums im Bundesland Brandenburg (BB) befinden, ist das Kerngebiet auf der sächsischen Seite der Slamener Heide. Dieses Rudel existiert seit 2016 und reproduziert seit 2017 jährlich. In den Monitoringjahren 19/20 und 20/21 reproduzierte auch eine Tochter (2. Fähe) mit einem anderen Rüden, demnach kam es in diesen Jahren zu einer

Doppelreproduktion. Das **Mulkwitzer-Rudel (MUL)** grenzt süd-östlich direkt an die Slamener Heide und befindet sich teilweise auf dem Gebiet des aktiven Tagebaus Nochten. Es bestand im Monitoringjahr 2019/2020 aus mindestens fünf Tieren. Das Kerngebiet befindet sich auf der Naturschutzfläche „Innenkippe Nochten“. Das Rudel existiert seit 2018 und reproduziert seitdem erfolgreich (DBBW n.d.; LfULG 2021).

Etwas weiter westlich liegt das Rudel **Knappenrode II (KN II)**. Es befindet sich südlich von Hoyerswerda, inmitten des Lausitzer Seenlandes und bestand im Monitoringjahr 2019/2020 aus mindestens 12 Tieren. Dieses Rudel existiert seit 2017 und reproduziert seitdem jedes Jahr. Das Kerngebiet liegt im Bereich der Bergbaufolgelandschaft „Spannteich Knappenrode“. Südlich des Lausitzer Seenlandes, zwischen Lohsa und Boxberg, befindet sich das Territorium des Wolfsrudels **Rauden (RAD)**. Das Kerngebiet dieses Rudels befindet sich an den Außengrenzen des UNESCO-Biosphärenreservats Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft. Es existiert und reproduziert seit 2018. Im Monitoringjahr 2019/2020 bestand es aus mindestens acht Tieren. Das Rudel **Neukollm (NEK)** finden wir süd-westlich von Hoyerswerda. Im Monitoringjahr 2019/2020 bestand es aus mindestens fünf Tieren. Sein Kerngebiet liegt im Naturschutzgebiet „Dubringer Moor“, in dem es seit 2019 erfolgreich reproduziert (DBBW n.d.; LfULG 2021).

Tabelle 1: Reproduktionsnachweise der besammelten Rudel seit dem Monitoringjahr 2016/2017. Ein Monitoringjahr geht von 1. Mai bis 30. April des Folgejahres (DBBW n.d.).

Rudel	Welpen pro Monitoringjahr				
	20/21	19/20	18/19	17/18	16/17
N	6 Doppelreproduktion	5 Doppelreproduktion	6	6	0 Paar
KN II	3	9	5	1	0 Paar
NEK	2	3	0 Paar	/	/
MUL	3	2	1	0 Paar	/
RAD	6	3	1	0 Paar	/

5.2 Naturraum und Landnutzung

Die Morphologie der Oberlausitz setzt sich vorrangig aus Ebenen, Platten und Niederungen zusammen, in deren Senken sich lokal Heidemoore bildeten. Prägend für das Landschaftsbild sind auch die wassergefüllten Restlöcher der Bergbaufolgelandschaften. Die südlichen Dünenzüge zwischen Boxberg und der Lausitzer Neiße markieren den Grenzraum zwischen dem südlich gelegenen Heide- und Teichgebiet und dem Oberlausitzer Bergbaurevier im Norden (LfULG n.d.).

Die Vegetation in den Mooren, beispielsweise im Durbinger Moor, wird durch Waldkiefern- und Moorbirkenwälder bzw. Ufer- und Verlandungsröhrichte charakterisiert. Geschlossene Kiefernbestände finden sich vor allem auf Dünen und schottergeprägten Hügeln. Teilweise blieb der Heidecharakter mit seinen standorttypischen Sukzessionsstadien von vegetationsfreien Sandflächen über silbergrasreiche Pionierflächen bis hin zu Birken- und Kiefernwäldern erhalten. Die Vegetationstypen der Bergbaufolgelandschaft setzen sich aus Magerrasen, Stauden sowie Zwergstrauchheiden zusammen (LfULG n.d.).

In der Oberlausitz handelt es sich vorwiegend um sandig- kiesige Böden, mit geringer Bodenfruchtbarkeit. Deshalb spielt die Landwirtschaft hier eher eine untergeordnete Rolle. Die bei weitem dominierende Nutzung ist die Forstwirtschaft. Unter den insgesamt 37,8 % der Wald- und Forstflächen nehmen reine Nadelholzforste rund ein Viertel der Fläche ein. Grundwassernahe Niederungen boten die Möglichkeit, Fischteiche anzulegen (LfULG n.d.). Abwechselnd mit Wäldern und Feuchtwiesen prägen die Teiche das Landschaftsbild in der Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft.

Durch Braunkohleabbau entstanden stark anthropogen geprägte Bereiche mit künstlichen Ökosystemen, wie Restlöcher und Kippen. Es sind Landschaften, die häufig nicht betreten werden dürfen. Einen großen Teil der Bergbaufolgelandschaft nehmen naturnahe Tagebau- Restgewässer ein. Zwischen Lohsa und Boxberg gehört ein Teil des Biosphärenreservats Oberlausitzer Heide und Teichlandschaft zur Bergbaufolgelandschaft. Weitere Naturschutzgebiete der Bergbaufolgelandschaft sind „Spannteich Knappenrode“ und „Innenkippe Nochten“ (LfULG n.d.).

5.3 Klimatische Bedingungen

Das Untersuchungsgebiet liegt auf einer durchschnittlichen Seehöhe von ca. 140 Metern und weist ein subkontinentales Klima mit vielen Sonnenstunden und geringer Luftfeuchtigkeit auf. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 10,2°C mit einer jährlichen Niederschlagsmenge von 738 mm (Klima Sachsen - Climate Data n.d.).

6 Material und Methoden

6.1 Methodischer Ansatz

Um den Unterschied zwischen einer rein zufälligen Nutzung der Forststraßen für das Absetzen der Losungen und der tatsächlichen Nutzung der Wölfe zu unterscheiden, wurden die tatsächlichen Losungspunkte mit einer zufälligen Nutzung verglichen. Dieses „use-availability-design“ eignet sich, um die Auswahl von bestimmten Ressourcen (use) aus einem definierten Angebot (availability) zu untersuchen (Pearce and Boyce 2006). Es ist bekannt, dass Wölfe ihre Losungen auf Forststraßen platzieren (Rothman and Mech 1979; Mech and Boitani 2003). Man geht davon aus, dass sie bestimmte Orte zum Absetzen einer Losung, vor allem in Bezug auf das Markierverhalten, bevorzugen. Das heißt, eine Ressource würde relativ häufiger genutzt werden (bestimmte Stelle am Weg) als andere. Als Ressourcen werden Mittel bezeichnet, die gebraucht werden können (z.B.: Lebensraum, Nahrung). Sie sind notwendig, um bestimmte Handlungen tätigen zu können oder einen Vorgang ablaufen zu lassen (Manly et al. 2002).

Wenn bestimmte Ressourcen aus einem definierten Angebot ausgewählt werden (Nutzung), handelt es sich um Selektion. Das kann beispielsweise die Wahl einer bestimmten Beutetierart oder eines Nistplatzes sein. Selektion ist allerdings nur möglich, wenn mehr als eine Ressource im Angebot ist. Wird nun eine dieser Ressourcen häufiger genutzt, spricht man von Bevorzugung (positiver Präferenz). Wird eine Ressource weniger genutzt, spricht man von Meidung (negativer Präferenz) (Manly et al. 2002).

Das bedeutet, um von positiver Präferenz sprechen zu können, braucht man ein Angebot, das mit der tatsächlichen Nutzung verglichen werden kann („use-availability-design“ nach Pearce and Boyce 2006). Hier wird dieses Angebot durch Zufallspunkte erhoben, die mit der tatsächlichen Nutzung (Losungspunkte) verglichen werden (Manly et al. 2002).

Mit diesem Ansatz kann für Wölfe eine generelle Bevorzugung für bestimmte Orte untersucht werden. Um einen tieferen Einblick in das Markierverhalten zu gewinnen, können Zufallspunkte nicht zum Vergleich herangezogen werden. Dafür wären Variablen notwendig, die für Zufallspunkte nicht aufgenommen werden können (Platzierung und Vegetationshöhe bei der Losung). Deswegen können bezüglich des Markierhaltens nur Losungspunkte miteinander verglichen werden.

6.2 Datenerhebung und Probenmaterial

Das Probenmaterial wurde im Rahmen des aktiven Wolfsmonitoring durch das LUPUS Institut für Wolfsmonitoring- und forschung in Deutschland gesammelt. Im Zuge von regelmäßigen Exkursionen in die Kerngebiete der Rudel wurden die Forststraßen zu Fuß oder mit dem Fahrrad nach Wolfslosungen abgesucht. Das Kerngebiet wird definiert als der Teil des Territoriums, wo ein Rudel die meiste Zeit

verbringt. Auch die Jungenaufzucht findet in diesem Bereich statt (Kuijper et al. 2013). Im Kerngebiet ist auch die Dichte an Wolfslosung am höchsten (Zub et al. 2003). Innerhalb dieser Exkursionen wurden auch die Zufallspunkte kartiert.

6.2.1 Kategorisierung der Losungsproben (SCALP Kriterien)

Die Losungen wurden nach der Vermessung und Dokumentation am Fundort entsprechend den SCALP-Kriterien kartiert (Abb.2). Diese Kriterien wurden ursprünglich für das Luchs-Monitoring entwickelt (Molinari-Jobin et al. 2012), um Hinweise länderübergreifend einheitlich beurteilen zu können. Im Rahmen des deutschen Großraubtier- Monitorings für Bär, Luchs und Wolf wurden diese Kriterien weiterentwickelt und finden heute für alle drei Arten Anwendung (Reinhardt et al. 2015).

Tabelle 2: SCALP- Kriterien für Wolfshinweise und ihre Bewertung (Reinhardt et al. 2015).

C1	C2	C3
Lebendfänge	Wolfstypische Spur im geschnürten Trab (mind. 100/500/2000 m je nach Untergrund)	Einzelne Trittsiegel
Totfunde	Wolfstypischer Kot auf Wegen/ an Wolfsspur	Spuren in anderen Gangarten als geschnürter Trab
DNA- Nachweis (auch Haplotyp)	Wolfstypischer Riss	Stark genutzte Risse, an denen die für die Tierart typischen Rissmerkmale nicht mehr zu erkennen sind
Überprüfte Fotos/ Videos (sowohl Fotofallen als auch Sichtbeobachtungen)	Chorheulen, durch Heulanimation ausgelöst	Wolfstypischer Kot abseits von Wegen/Wolfsspur
Telemetrielokalisationen		Haare, Urin und Heulen ohne DNA- Nachweis
		Hinweise Dritter, die auf Grund unzureichender Dokumentation keine Bestätigung eines Wolfshinweises zulassen
		Sichtbeobachtungen ohne Foto/Videobeleg in ausreichender Qualität

Für die Dokumentation wurde das „Losungsprotokoll Wolf“ verwendet, womit Position und Aussehen der Losung festgehalten wurden (siehe Anhang, Kapitel 14.2). Weiters erfolgte eine Fotodokumentation mit einem Übersichtsbild, aus dem die Position in der Landschaft hervorging und einer Nahaufnahme mit Maßstab (Reinhardt et al. 2015). Im Falle einer frischen Losung wurde ein Teil zur genetischen Untersuchung entnommen und in einem, mit 96% Ethanol gefüllten, Probengefäß aufbewahrt.

Wolfslosungen können als C2 bestätigt werden, wenn sie große Knochensplitter, Zähne oder Klauen von Schalenwild enthalten und/oder fast ausschließlich aus Haaren wilder Huftiere bestehen. Weiters müssen sie für diese Bewertung einen Durchmesser von mindestens 2,5 cm haben und über 20 cm lang sein. Damit sind Losungen adulter Wölfe deutlich größer als jene von Füchsen oder Goldschakalen. Eine



Abbildung 2: Fotodokumentation einer frischen C2-Wolfslosung mit Nahaufnahme mit Maßstab und Übersichtsbild, aus dem die Position in der Landschaft hervorgeht (Fotos: Isabella Faffelberger).

Verwechslungsgefahr würde bei Losungen von jungen Wolfswelpen mit Füchsen bestehen, allerdings war diese anhand des Untersuchungszeitraums auszuschließen. Weitere Hinweise, die eine Verwechslung ausschließen könnten, sind der wolfstypische Geruch und, wenn die Losung direkt an einer Wolfsspur gefunden wird. Losungen adulter Wölfe wären lediglich mit dem Kot großer Hunde zu verwechseln, welche mit Teilen von Wildtieren gefüttert wurden (Kaczensky et al. 2019). Losungen, die nicht als C2 bestätigt werden konnten, wurden in dieser Studie nicht verwendet.

6.3 Probenumfang und Untersuchungszeitraum

Die Datenaufnahme fand zwischen Jänner und Anfang April 2021 statt. In diesem Zeitraum wurden 138 Losungen aus fünf verschiedenen Territorien, davon 61 Genetikproben, aufgenommen. Weiters wurden 341 Zufallspunkte kartiert. Um eine gleichmäßige Probenaufnahme zu gewährleisten, wurden alle Daten von mir, Isabella Faffelberger, gesammelt.

6.3.1 Datenaufnahme Losungspunkte

Wurde eine Losung gefunden und anhand der SCALP- Kriterien als Wolfslosung identifiziert, wurden die Variablen für diese Studie aufgenommen. Um die Stellen an denen Losung abgesetzt wurde, möglichst gut charakterisieren zu können, wurde nach einer Methode gesucht, mit der man den Raum rund um die Losung möglichst gut beschreiben konnte.

Es wurde aufgenommen, ob eine Losung am Rand, in der Mitte oder in der Fahrspur lag und ob sie auffällig oder erhöht platziert wurde (Abb. 3). Als auffällige Strukturen galten leichte Erhöhungen, wie zum Beispiel kleine Hügel am Boden, Steine oder Pflanzen. Das traf zu, wenn eine Losung auf einem Untergrund platziert war, der im Umkreis von zwei Metern der Losung eindeutig am auffälligsten war. Sobald eine Losung nicht am Boden lag, galt sie als erhöht platziert (Barja et al. 2005).

Die Forststraßen wurden in Schotterwege, Erdwege und asphaltierte Wege eingeteilt. Schotterwege waren Wege verschiedener Breite und Länge, die dadurch charakterisiert wurden, dass sie geschottert waren, um sie eventuell auch mit schweren Kraftfahrzeugen gut befahren zu können. Sie wurden häufig befahren, weshalb man annahm, dass Mensch und Tier gut auf diesen vorankommen würden. Wege dieser Kategorie kamen auch mit Sand als Substrat vor. Erdwege waren bewachsene oder verwachsene, unregelmäßig oder nicht befahrene Wege, die nicht geschottert waren, aber auch Sandwege sein konnten. Man nahm an, dass Mensch und Tier auf ihnen weniger gut vorankommen würden. Bei asphaltierten Wegen handelte es sich beispielweise um Radwege.

Ausgehend vom Wegesrand, wurde aufgenommen, wie weit man rechts und links aussehen konnte. Dabei wurde von der ungefähren Augenhöhe eines Wolfes (50cm über dem Boden) ausgegangen (Barja 2009). Ein Lösungs- oder Zufallspunkt galt als auf einer Kreuzung platziert, wenn er sich innerhalb des Kreuzungsbereiches oder am Rand der Kreuzung befand (Barja et al. 2004).

Um den vertikalen Aufbau des Raumes zu erfassen, erschien der Querschnitt als geeignete Methode. (Lay et al. 2016). Dabei wurde mit einem Zollstock die Vegetationshöhe im Bereich der Losung, in der Mitte des Weges, zu beiden Seiten am Wegesrand und in den Fahrspuren gemessen. Die Höhe der Vegetation am Wegesrand wurde an der Stelle gemessen, an der sich die Vegetation sichtlich von der Vegetation in der Fahrspur unterschied und somit eine Grenze zwischen Fahrspur und Wegesrand deutlich sichtbar war. Weiters wurde der genaue Abstand von der Mitte des Weges zur Losung, die Breite des Mittelstreifens und die gesamte Wegbreite gemessen.

Um herauszufinden in welchem Verhältnis sich ein Lösungs- oder Zufallspunkt zur nächsten Kreuzung befand, wurde aufgenommen, ob ein Weg sichtbar war und in welchem Abstand er sich zum nächstgelegenen Weg befand. Die Seehöhe und der Abstand zum nächstgelegenen Weg wurden anhand der Koordinaten in Google Earth gemessen.



Abbildung 3: Wolfslosungen mit einer auffälligen Platzierung. Links: Zwei Äste als auffällige Struktur. Die Losung liegt mittig dazwischen. Rechts: Erhöht platzierte Losung in 52 cm Höhe (Fotos: Isabella Faffelberger).

6.3.2 Datenaufnahme Zufallspunkte

Für jeden Losungspunkt wurde die dreifache Menge an Zufallspunkten angestrebt. Mit der Handy-App „Randomizer“ wurde zu Beginn einer Exkursion eine Zufallszahl generiert. Diese Zufallszahl stellte die Anzahl an Minuten dar. Dann wurde ein Wecker mit dieser Zahl gestellt und wenn dieser abgelaufen war, wurde der erste Zufallspunkt kartiert. Für alle folgenden Zufallspunkte wurde je nach Strecke und Bedarf an Zufallspunkten ein Wecker mit einer passenden Zeit, beispielsweise fünf Minuten, gestellt. Auf diese Weise ergab sich eine maximale Flexibilität bei der Routenwahl und eine repräsentative Anzahl an Zufallspunkten. An jedem Zufallspunkt wurden die Variablen auf dieselbe Art und Weise wie bei den Losungspunkten kartiert und ein Übersichtsbild gemacht. Variablen, die bei Zufallspunkten nicht möglich waren (z.B.: genaue Platzierung und Vegetationshöhe Losung) wurden nicht aufgenommen.

Losungs- und Zufallspunkte sollten gleichzeitig kartiert werden, um die gleichen Voraussetzungen für die Wahl des Losungspunktes auch bei Zufallspunkten haben zu können (Pearce and Boyce 2006). Dabei wurde die Vegetation als Hauptkriterium für sich schnell verändernde Voraussetzungen eingeschätzt. Im Winter wurde diese Problematik als weniger relevant eingestuft. Daher erschien es effizient, bei günstiger Wetterlage, den Fokus auf das Sammeln von Genetikproben zu legen und Zufallspunkte erst im Nachgang zu kartieren. Trotzdem wurde darauf geachtet, Zufallspunkte so zeitnah wie möglich zu kartieren.

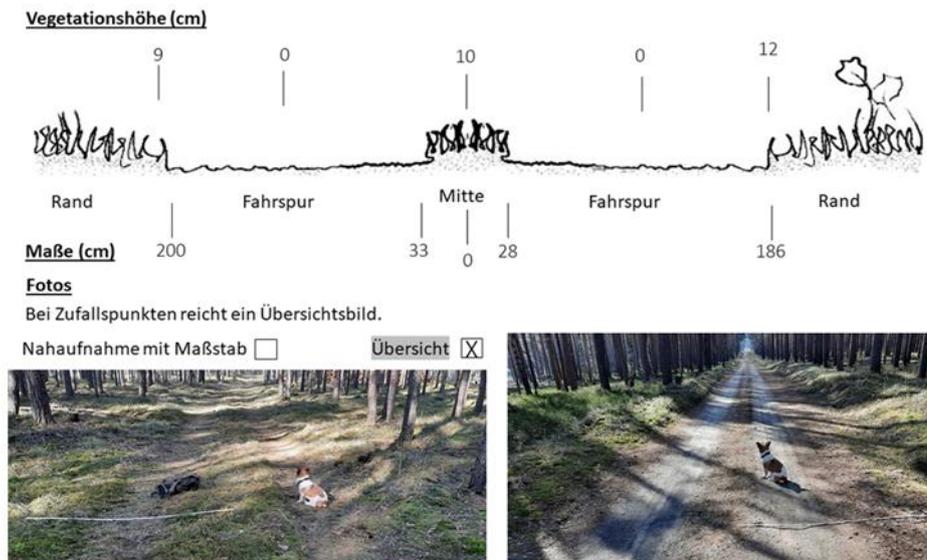


Abbildung 4: Aufnahme des Straßenquerschnitts. Oben: Bei dem Lösungs- oder Zufallspunkt wurden die Vegetationshöhe am Rand, in der Fahrspur und in der Mitte sowie die Maße des Weges, ausgehend von der Mitte, gemessen. Unten links: Übersichtsbild von einem Zufallspunkt auf einem Erdweg. Unten rechts: Übersichtsbild von einem Zufallspunkt auf einem Schotterweg. Der Zollstock liegt entlang des kartierten Straßenquerschnitts (Skizze und Fotos: Isabella Faffelberger).

6.4 Statistische Modellierung

Nach einer deskriptiven Analyse der Daten wurden statistische Modelle eingesetzt, um von der beobachteten Stichprobe auf die Grundgesamtheit (also wo Wölfe grundsätzlich ihre Losungen absetzen) zu schließen. Bei dieser Studie handelte es sich um eine Beobachtungsstudie, bei der versucht wurde einen tieferen Einblick in das Markierverhalten der Wölfe zu erlangen. Daher wurde ein informations-theoretischer Ansatz (Burnham and Anderson 2002) verfolgt. Das Aufstellen von Null – Hypothesen und eine Interpretation über den p- Wert ist hier nicht sinnvoll. Stattdessen wurde mittels dem Akaike-Informationskriterium für kleine Stichproben (AICc) versucht, das Modell zu finden, welches die Daten am besten erklärt. Alle statistischen Analysen wurden mit R (Version 3.6.1 "Action of the Toes") und RStudio Version 1.1.463 gemacht.

Es wurden Regressionsmodelle eingesetzt (R package lme4). Mit diesen lassen sich die Beziehungen zwischen mehreren unabhängigen Variablen und einer oder mehreren abhängigen Variablen untersuchen. Es wurden verschiedene Formen der logistischen Regression (generalized linear models = GLM) verwendet, da die Werte der abhängigen Variablen 0 oder 1 betragen (Bortz and Schuster 2010).

Weiters wurden mit Hilfe eines GLAM (generalized linear additive model) der Zusammenhang von metrischen Variablen und abhängiger Variable auf ihre Linearität überprüft (R package mgcv). War der Zusammenhang curvi-linear, so wurde ein additives Modell verwendet. Hier kann der Zusammenhang mittels „Splines“ nicht-parametrisch modelliert werden (Wood et al. 2016).

6.4.1 Variablen Lösungs- und Zufallspunkte

Um herauszufinden ob es einen Unterschied zwischen Lösungs- und Zufallspunkten (abhängige Variable) gab, wurden diese miteinander verglichen, wobei die Zufallspunkte das Angebot und die Lösungspunkte die tatsächliche Nutzung darstellen. Dafür wurden nur Variablen verwendet, die sowohl für Lösungs- als auch für Zufallspunkte vorhanden waren. Weiter unterteilten sie sich in numerische und kategoriale (z.B. Ja = 1, Nein = 0 oder Straßentyp) Variablen.

Tabelle 3: Beschreibung der Variablen, die für Lösungs- und Zufallspunkte verwendet wurden und deren Einheiten.

Variablenbezeichnung	Bedeutung	Variablentyp	Einheit
Datum	Datum des jeweiligen Tages.	Numerisch	-
Rudel	Territorien: N, KN II, RAD, MUL, NEK	kategorial	-
L_Z	Lösungspunkt: 1 Zufallspunkt: 0	kategorial	0 - 1
Seehöhe	Höhe mNN	Numerisch	m
Krz	Punkt auf einer Kreuzung: 1 Punkt nicht auf einer Kreuzung: 0	kategorial	0 - 1
Wegkat	Schotterweg Erdweg asphaltierter Weg	Kategorial	n (1 – 3)
Schott_sicht	Es wurde erfasst, ob ein Schotterweg sichtbar war.	kategorial	0 - 1
Erd_sicht	Es wurde erfasst, ob ein Erdweg sichtbar war.	kategorial	0 - 1
Weg_Sicht	Zusammenfassung von Schotterweg sichtbar und Erdweg sichtbar. Es wurde erfasst, ob ein anderer Weg sichtbar war.	kategorial	0 - 1
Abst_Schott	Um herauszufinden in welchem Verhältnis sich eine Lösung oder ein Zufallspunkt zur nächsten Kreuzung befand, wurde bei jedem Punkt der Abstand zum nächstgelegenen Schotterweg in Google Earth gemessen.	Numerisch	m
Abst_Erd	Um herauszufinden in welchem Verhältnis sich eine Lösung oder ein Zufallspunkt zur nächsten Kreuzung befand, wurde bei jedem Punkt der Abstand zum nächstgelegenen Erdweg in Google Earth gemessen.	Numerisch	m
Weg_Abst	Zusammenfassung von Abstand zu Schotterweg und Abstand zu Erdweg. Diese beiden Variablen wurden zusammengefasst, um sie aussagekräftiger zu machen.	Numerisch	m
Veg_Rand_Min	Hierbei wurde die Vegetationshöhe am Rand der Fahrspur gemessen.	Numerisch	cm
Veg_Fahr_Mittel	Die Vegetationshöhe in der Mitte der beiden Fahrspuren wurde gemessen.	Numerisch	cm
Veg_Mitte	Die Vegetationshöhe in der Mitte des Weges bzw. in der Mitte des Mittelstreifens wurde gemessen.	Numerisch	cm
Weg_Breit	Die Breite des Weges wurde gemessen.	Numerisch	cm

Weg_Mitte	Die Breite des Mittelstreifens wurde gemessen.	Numerisch	cm
Deck_Max	Mit einem Blick nach rechts und links wurde geschätzt, wie weit man in den Wald hineinsehen konnte. 0 – 5 Meter = 1 5 – 10 Meter = 2 > 10 Meter = 3	Kategorial	n (1 – 3)

Die Variablen „Erdweg sichtbar“ und „Schotterweg sichtbar“ sowie „Abstand zum nächsten Erdweg“ und „Abstand zum nächsten Schotterweg“ wurden jeweils zu „nächstgelegener Weg sichtbar“ (Weg_Sicht) und „Abstand zum nächstgelegenen Weg“ (Weg_Abst) zusammengefasst, um sie aussagekräftiger zu machen.

Zudem gab es einige Variablen, die auf beiden Seiten des Weges aufgenommen wurden. Beispielsweise die Vegetationshöhe am linken und rechten Rand des Weges oder die Deckung auf der linken und der rechten Seite. Solche Variablen wurden für die Berechnung zusammengefasst, da kein Unterschied zwischen links und rechts gemacht werden konnte. Für die Vegetationshöhe am Rand und in der Fahrspur wurden der Mittelwert, das Minimum (der kleinere Wert zählt) und das Maximum (der größere Wert zählt) ausgerechnet und im Modell mit den Haupteffekten mittels AICc eruiert, welcher dieser drei Werte für weitere Analysen verwendet werden sollte. Dafür wurde beispielsweise ein Modell mit allen Haupteffekten, je einmal mit dem Mittelwert, dem Maximum und dem Minimum der Vegetationshöhe am Rand, berechnet und für die weiteren Berechnungen die Variable gewählt, die im Modell mit dem kleinsten AICc war. Für die Variablen „Deckung links“ und „Deckung rechts“ wurde der Median, das Maximum und das Minimum berechnet und dann dasselbe Auswahlverfahren verwendet wie bei der Vegetationshöhe.

6.4.2 Modell „Losungs- und Zufallspunkte“

Für den Vergleich zwischen Losungs – und Zufallspunkten wurde eine logistische Regression anfangs mit Rudel und Datum als zufälliger Effekt (gemischtes Modell) verwendet. Da Rudel und Datum als zufälliger Effekt jeweils eine Varianz von 0 hatten, wurden sie nicht in weitere Berechnungen miteinbezogen. Danach wurde die Variable „Losungs- oder Zufallspunkt“ (L_Z) als abhängige Variable modelliert und versucht, die Variablen mit dem stärksten Einfluss auf das Modell herauszufinden. Das erste Modell (globales Modell) bestand aus allen oben beschriebenen Variablen und 10 ausgewählten Interaktionen. Bei der Auswahl der Interaktionen wurde darauf geachtet, dass diese auch wirklich Sinn machten und deren Anzahl strikt begrenzt, um die Anzahl der möglichen Modelle überschaubar zu halten.

Insgesamt gab es fünf Zwei-Wege-Interaktionen und fünf Drei-Wege-Interaktionen. Bei den ersten zwei Zwei-Wege-Interaktionen wurde davon ausgegangen, dass der Abstand zur nächsten Kreuzung sich auf die Sichtbarkeit der nächstgelegenen Kreuzung auswirkte (Schott_Sicht*Abst_Schott und

Erd_Sicht*Abst_Erd). Die Interaktion zwischen Seehöhe und Kreuzung (Seehöhe*Krz) wurde auf Grund der Ergebnisse der deskriptiven Analyse modelliert. Weiters war es denkbar, dass die Ausprägung der visuellen Variablen voneinander abhängig ist (Erd_Sicht*Deck_Max und Schott_Sicht*Deck_Max).

Es gab zwei Arten von Drei-Wege-Interaktionen. Alle enthielten dabei eine Interaktion aus Kreuzung und Wegkategorie, da diese auf Grund bisheriger Studien und Erfahrungen plausibel schien. Daraus ergaben sich zwei Interaktionen mit Wegbreite und Breite des Mittelstreifens (Weg_Breit*Krz*Wegkat, Weg_Mitte*Krz*Wegkat) und andererseits drei Interaktionen aus Vegetationshöhe am Rand, in der Fahrspur und in der Mitte (Veg.Mitte*Krz*Wegkat, Veg_Rand_Mittel*Krz*Wegkat, Veg_Fahr_Mittel*Krz*Wegkat).

Daraus ergab sich das globale Modell:

```
m<-glm (L_Z ~ Seehöhe+Krz + Wegkat + Schott_sicht + Abst_Schott + Erd_sicht + Abst_Erd +  
Veg_Mitte + Veg_Rand_Min + Veg_Fahr_Mittel + Weg_Breit + Weg_Mitte + Deck_Max  
+ Schott_sicht*Abst_Schott + Erd_sicht*Abst_Erd + Seehöhe*Krz + Erd_sicht*Deck_Max +  
Schott_sicht*Deck_Max  
+ Weg_Breit*Krz*Wegkat + Weg_Mitte*Krz*Wegkat + Veg.Mitte*Krz*Wegkat +  
Veg_Rand_Mittel*Krz*Wegkat + Veg_Fahr_Mittel*Krz*Wegkat,  
family=binomial,data=dat)
```

Mit den Funktionen im R package MuMIn (Bartoń 2020) und den Funktionen dredge (), model.avg() und importance() wurde der „relative variable importance“- Wert (RVI) für die unabhängigen Variablen berechnet. Diese gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der die jeweilige Variable in demjenigen Modell ist, das die Daten am besten erklärt. Dabei wird für Variablen mit einem RVI- Wert über 0,7 angenommen, dass sie in dieses Modell gehören. Der Einfluss der Variablen, die unter diesem Wert liegen, ist zu unsicher.

Das globale Modell war mit der Funktion dredge () nicht in einem Stück machbar, weil sehr viele Modelle zu rechnen gewesen wären und das hätte Tage oder Wochen gedauert. Deshalb wurden die Variablen und Interaktionen stufenweise selektiert. Weiters wurde versucht, die Berechnung so einfach wie möglich zu gestalten und die jeweiligen Modelle sinnvoll zu portionieren. Daher wurde wie folgt vorgegangen:

Im ersten Modell wurden nur die Haupteffekte und im zweiten Modell alle Variablen mit RVI- Wert > 0,5 aus dem ersten Modell sowie alle Zwei-Wege-Interaktionen getestet. In diesem Zwischenschritt

wurde die Grenze von $RVI > 0,5$ genommen, um in dieser schrittweisen Selektion keine aussagekräftige Variable irrtümlich zu verlieren.

Im dritten Modell wurden wieder nur Variablen und Interaktionen mit einem RVI- Wert $> 0,5$ übernommen und mit den ersten zwei Drei-Wege-Interaktionen gerechnet (Weg_Breit*Krz*Wegkat und Weg_Mitte*Krz*Wegkat).

Danach wurde das vierte Modell, mit allen Variablen und Interaktionen mit $RVI > 0,5$ und den letzten drei Interaktionen, erstellt und berechnet (Veg.Mitte*Krz*Wegkat, Veg_Rand_Mittel*Krz*Wegkat, Veg_Fahr_Mittel*Krz*Wegkat). Im finalen Schritt wurde die Auswahl wieder stärker begrenzt und nur Variablen mit einem RVI- Wert $> 0,7$ im Endmodell beibehalten.

Als Maß für die Modellgüte wurde die erklärte Devianz (deviance explained) berechnet: $(dev(m_0) - dev(m)) / dev(m_0)$, wobei m_0 das Modell ohne Prediktorvariablen (intercept-only-model) und m das finale Modell ist.

Dann wurde die Devianzabweichung für jede Variable (delta deviance) berechnet, um herauszufinden, wie hoch ihr Einfluss im Vergleich zu den anderen Variablen ist. Dafür wurde die entsprechende Variable aus dem Modell entfernt und die Differenz zwischen der Devianz dieses Modells und dem des finalen Modells berechnet. Je höher der Wert desto größer ist der Einfluss, der entsprechenden Variable auf das Modell.

Zuletzt wurde die „area under the curve“ (AUC) berechnet (Fielding and Bell 1997; Guisan and Zimmermann 2000; Osborne et al. 2001). Dafür wurde die „predict“- Funktion verwendet. Dieser Wert ist ebenfalls ein Maß für die Güte eines Modells. Der Wert gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der das Modell aus einem beliebigen Lösungs- und einem beliebigen Zufallspunkt die beiden richtig vorhersagt. Werte ab 0.7 gelten als gut, Werte nahe 1 als exzellent (Pearce and Ferrier 2000).

6.4.3 Variablen Lösungspunkte

Um das eigentliche Markierverhalten besser verstehen zu können, wurden die Lösungspunkte näher untersucht. Man geht davon aus, dass Markierlösungen an besonders offensichtlichen Punkten, beispielsweise Wegkreuzungen, abgesetzt werden. Daher nahm man in dieser Studie an, dass diese entweder auffällig platziert waren oder auf Kreuzungen abgesetzt wurden. Man wollte eruieren, ob bzw. wodurch die Wahl der Stelle beeinflusst wurde. Als abhängige Variable wurde für dieses Modell „Auffällig platziert“ verwendet. Die Variable „Auffällig platziert“ wurde aus den Variablen „Erhöht platziert“ und „Auffällige Struktur“ erstellt, da diese Ähnliches aussagten.

Die Variablen für die Platzierung (Rand, Fahrspur oder Mitte) wurden zu „Lage auf Weg“ zusammengefasst, um sie verständlich zu machen. Die Variable „Weg_Sicht2“ entstand aus der Variablen „Weg_Sicht“ und wurde nur außerhalb von Kreuzungen aufgenommen.

Tabelle 4: Beschreibung der Variablen, die zusätzlich für Losungspunkte verwendet wurden und deren Einheiten.

Variablen- bezeichnung	Bedeutung		Variablentyp	Einheit
Auffällig platziert	Losung war erhöht platziert oder auf/neben einer auffälligen Struktur: 1 Losung war nicht auffällig platziert: 0		kategorial	0 - 1
Veg.Losung	Die Vegetationshöhe an der Stelle, wo die Losung gefunden wurde.		Numerisch	cm
Maße.Losung	Der Abstand von der Mitte des Weges zur Mitte der Losung wurde gemessen, um ein genaues Maß für die Lage der Losung zu haben.		Numerisch	cm
LageaufWeg	Die Platzierung: Rand Fahrspur Mitte		kategorial	n (1 – 3)
Weg_Sicht2	Zusammenfassung von Schotterweg sichtbar und Erdweg sichtbar. Es wurde erfasst, ob ein anderer Weg sichtbar war. Wurde nicht auf Kreuzungen aufgenommen.		kategorial	0 - 1

6.4.4 Modell „Auffällig platziert“

Die Analyse für das Modell „Auffällig platziert“ wurde auf dieselbe Art und Weise durchgeführt, wie die Analyse für das Modell der Losungs- und Zufallspunkte. Da aber in diesem Modell einige curvi-lineare Zusammenhänge bestanden, wurden GLAMs (generalized linear additive models) für die Schätzung verwendet. Die Variable „Rudel“ wurde als zufälliger Effekt modelliert.

Das globale Modell lautete:

```
m<-gam(Auffällig.platziert ~ Seehöhe + Kreuzung + Wegkat + Weg_Sicht + LageaufWeg + Veg.Losung +
s(Weg_Abst) + Veg.Mitte + Veg_Rand_Min + Veg_Fahr_Mittel + Weg_Breit + Weg_Mitte + Deck_Max +
s(Rudel,bs="re"), family=binomial,data=dat)
```

Die Variablenselektion erfolgte wie oben.

6.4.5 Modell „Genetisch beprobte Losungen“

Im Modell der genetisch beprobten Losungen bestanden keine curvi-linearen Zusammenhänge. Um einen Unterschied der Elterntiere hinsichtlich dem Markierverhalten zum Rest des Rudels zu untersuchen, wurden die Wölfe in Altersklassen eingeteilt. Da nur zwischen Elterntieren und nicht Elterntieren eindeutig unterschieden werden konnte, wurde nur der Unterschied zwischen diesen zwei Kategorien (Kat2) berechnet.

Das globale Modell war: `m<-glm (Kat.2 ~ Krz + Auffällig.platziert,family=binomial,data=dat)`

7 Ergebnisse

7.1 Deskriptive Analyse der Lösungs- und Zufallspunkte

7.1.1 Verteilung der Lösungs- und Zufallspunkte auf Wegkategorien

Losungen waren ähnlich verteilt wie Zufallspunkte in Bezug auf die Wegkategorien (Abb.5). In der Kategorie Schotterweg wurden 87 Losungen (63%) gefunden, in der Kategorie Erdweg 48 Losungen (35%) und auf asphaltierten Wegen 3 Losungen (2%). Das entspricht auch ziemlich exakt der Verteilung der Zufallspunkte. Auf Schotterwegen wurden 212 Zufallspunkte (62%) aufgenommen, auf Erdwegen 124 Zufallspunkte (36%) und auf asphaltierten Wegen wurden 5 Zufallspunkte (2%) aufgenommen. Anhand dieser zwei Graphiken in Abb. 5 wird ersichtlich, dass Lösungs- und Zufallspunkte gleichermaßen auf den Wegkategorien verteilt waren.

7.1.2 Anzahl der Lösungs- und Zufallspunkte unterteilt in Rudel und Wegkategorie

Die Wegkategorien in den Kerngebieten der Rudel waren unterschiedlich häufig (Abb. 6). Asphaltierte Wege traten in den Rudeln Rauden und Neustadt gar nicht auf. Schotterwege waren in fast allen Rudeln die am häufigsten besammelte Wegkategorie. In Rauden war die Wegkategorie Erdweg am häufigsten, im Gegensatz dazu, wurde im Rudel Mulkwitz fast nur auf Schotterwegen gesammelt. Im Großen und Ganzen erscheint die Verteilung der Lösungs- und Zufallspunkte ausgeglichen.

7.1.3 Verteilung der Lösungs- und Zufallspunkte auf Kreuzungen

Losungspunkte wurden eindeutig häufiger an Kreuzungen aufgenommen (Abb. 7). Von 138 Losungen wurden 52 (38%) an Kreuzungen gefunden und von 341 Zufallspunkten wurden 43 (13%) an Kreuzungen aufgenommen.

7.1.4 Platzierung der Losungen am Weg

Von den gesammelten Losungen wurden die meisten am Rand (n=55, 40%) gefunden und 48 Losungen (34%) befanden sich in der Wegmitte bzw. am Mittelstreifen (Abb. 8). Die wenigsten Losungen wurden in der Fahrspur gefunden (n=38 Losungen, 26%).

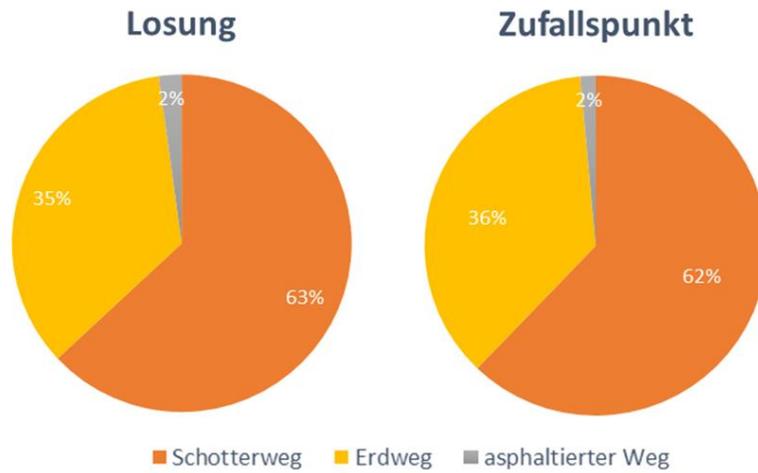


Abbildung 5: Darstellung der Verteilung der gesammelten Wolfslosungen auf den jeweiligen Wegkategorien.

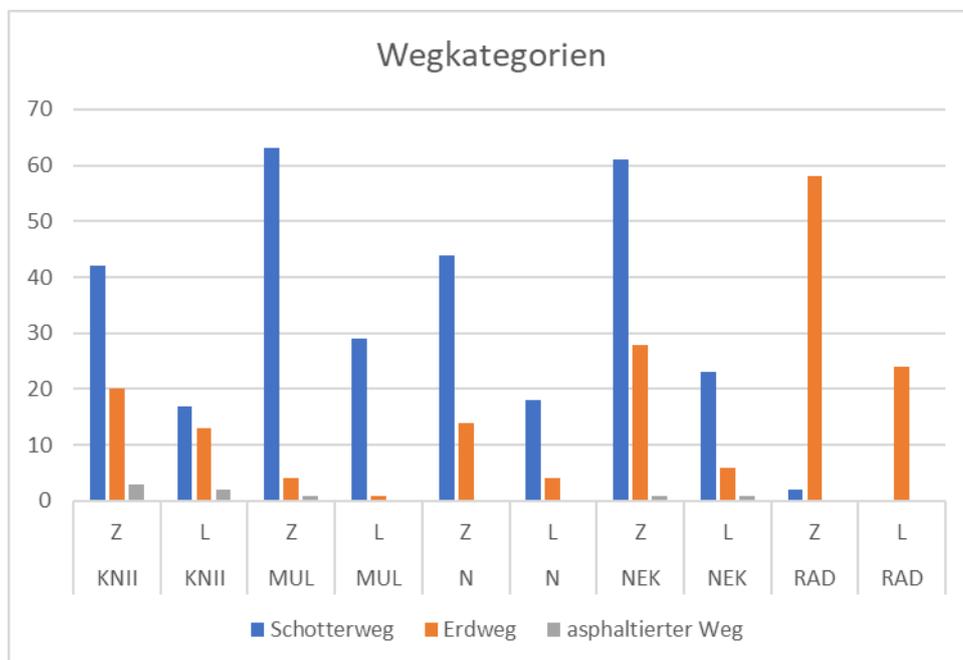


Abbildung 6: Anzahl der Losungs- und Zufallspunkte unterteilt in Rudel und Wegkategorie. L= Losung, Z= Zufallspunkt, KN II= Rudel Knappenrode II, MUL= Rudel Mulkwitz, N=Rudel Neustadt, NEK= Rudel Neukollm, RAD= Rudel Rauden.

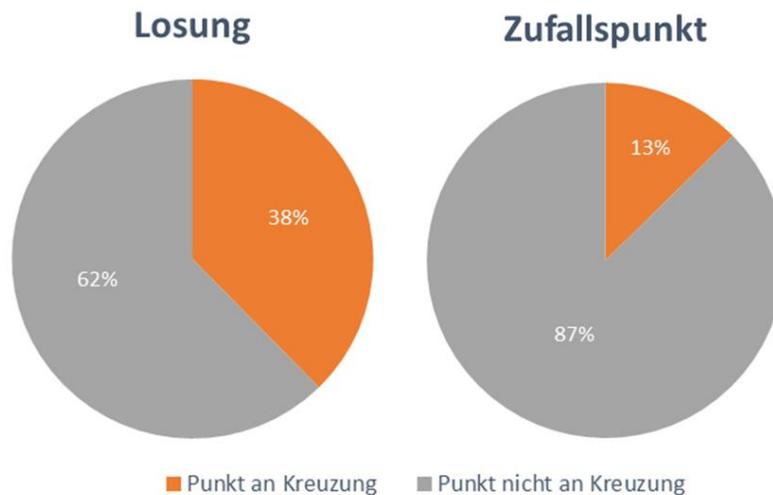


Abbildung 7: Vergleich der Verteilung von Lösungs- und Zufallspunkten an Kreuzungen.

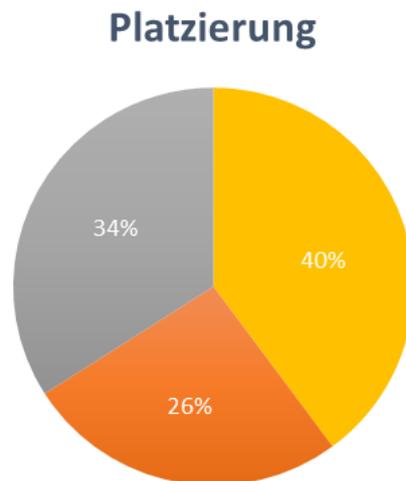


Abbildung 8: Platzierung der Lösungen am Weg (n=138)

7.1.5 Breite der Wege bei Lösungs- und Zufallspunkten

Stellen an denen Lösungspunkte gefunden wurden, waren etwas breiter als Stellen an denen Zufallspunkte aufgenommen wurden (Abb. 9). Das galt auch für die durchschnittliche Breite der Mittelstreifen, wobei die Kategorie „asphaltierter Weg“ eine deutliche Ausnahme darstellte (Abb. 10). In dieser Kategorie war der Mittelstreifen deutlich schmaler bei Lösungspunkten als bei Zufallspunkten.

7.1.6 Durchschnittliche Vegetationshöhe bei Losungs- und Zufallspunkten

Die Spannweite der Vegetationshöhe am Rand der Wege reichte von durchschnittlich 9 cm auf der einen Seite bis zu durchschnittlich 13 cm auf der anderen (Abb. 11). In der Fahrspur und am Mittelstreifen war die Vegetation allgemein sehr gering und betrug nicht mehr als 4 cm.

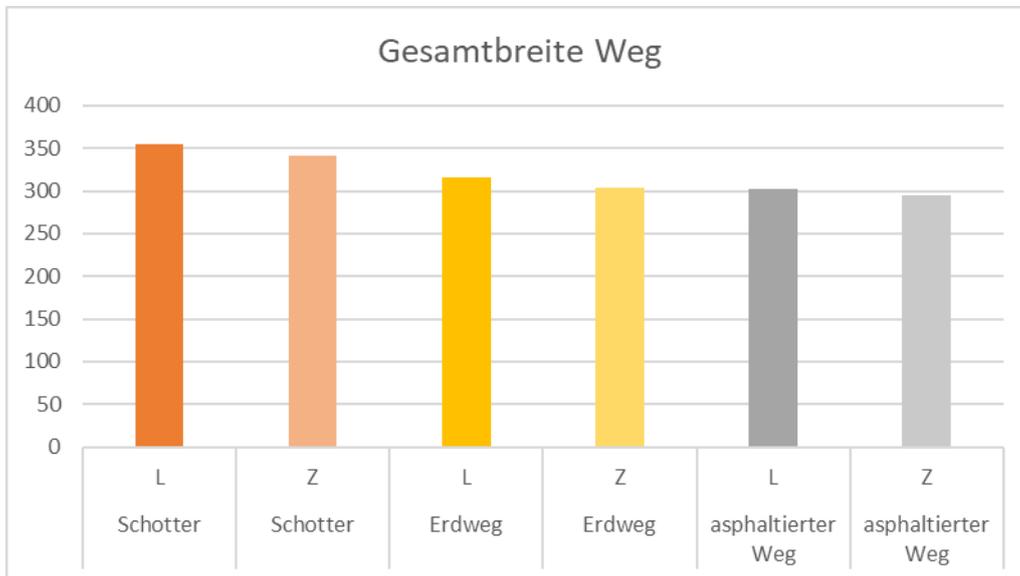


Abbildung 9: Durchschnittliche Gesamtbreite der Wege bei Losungs- und Zufallspunkten (L=Losungspunkt, Z=Zufallspunkt).

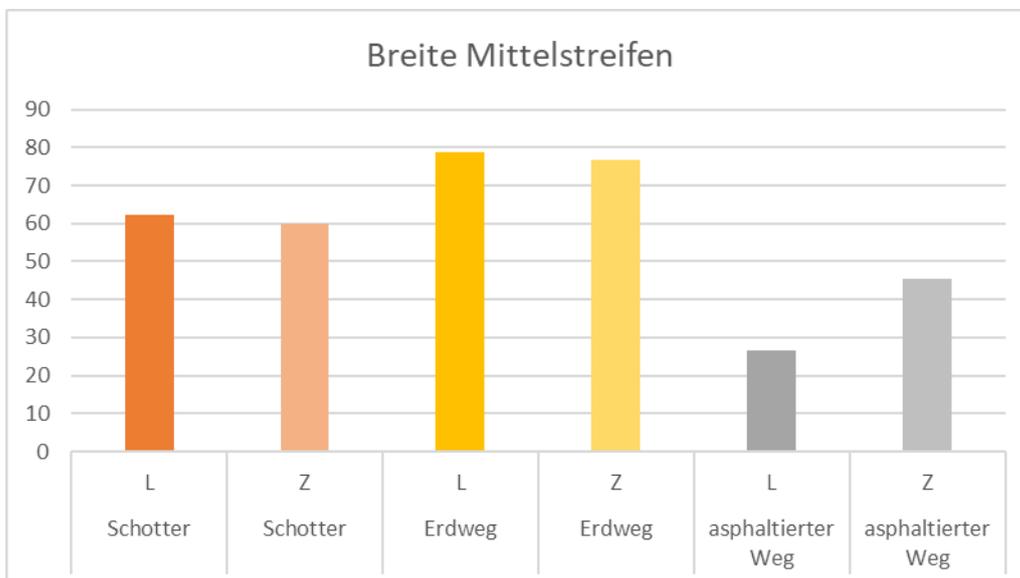


Abbildung 10: Durchschnittliche Breite der Mittelstreifen der Wege bei Losungs- und Zufallspunkten (L=Losungspunkt, Z=Zufallspunkt).

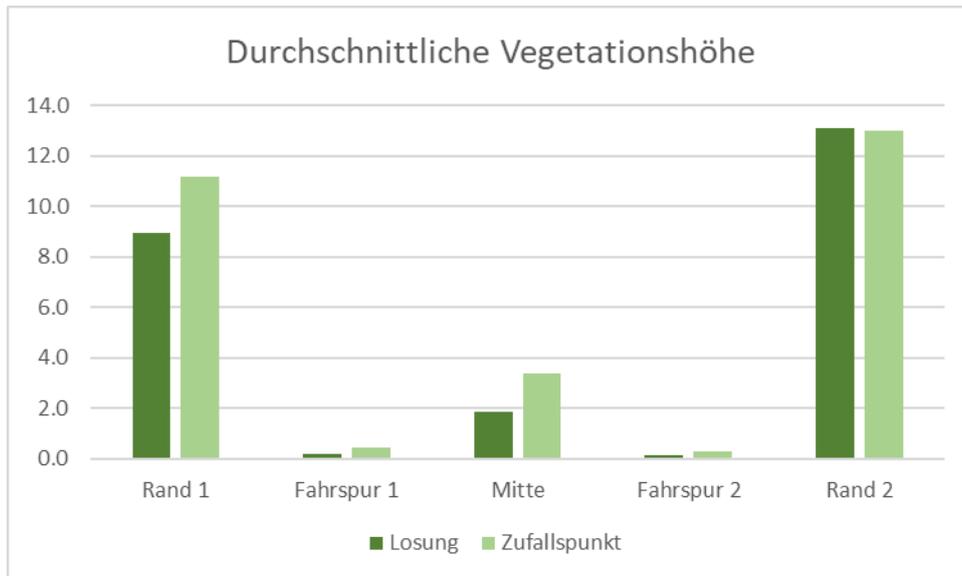


Abbildung 11: Durchschnittliche Vegetationshöhe bei Losungs- und Zufallspunkten am Wegesrand, in der Fahrspur und in der Mitte.

7.1.7 Losungspunkte mit auffällig platzierten Losungen

Von 138 Losungen waren 40 (29%) entweder erhöht oder auf oder neben einer auffälligen Struktur platziert. Diese zwei Parameter wurden zu „Auffällig platziert“ zusammengefasst. Weiters befand sich die Mehrheit (n=24, 60%), der auffällig platzierten Losungen, an Kreuzungen (Abb. 12). Die meisten auffällig platzierten Losungen an Kreuzungen befanden sich am Wegesrand (n=17). Entlang der Forststraßen waren deutlich weniger Losungen am Rand (n=8) aber trotzdem mehr als in der Mitte (n=5) oder der in Fahrspur (n=3). Auffallend ist, dass an Kreuzungen vergleichsweise wenig Losungen nicht am Rand lagen (Abb. 13).

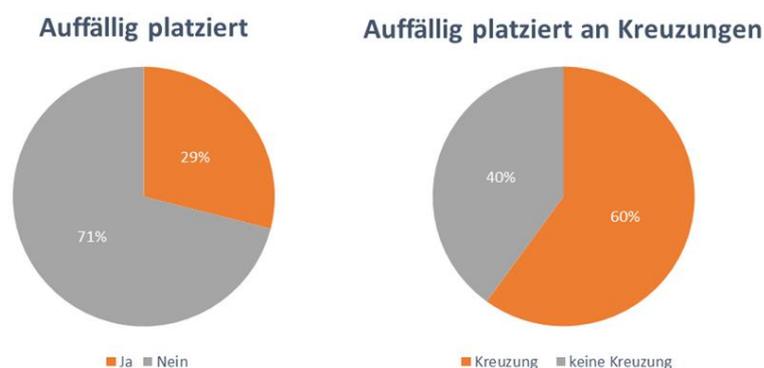


Abbildung 12: Prozent von auffällig platzierten Losungen (n=40) und auffällig platzierten Losungen, die an Kreuzungen gefunden wurden (n=24).

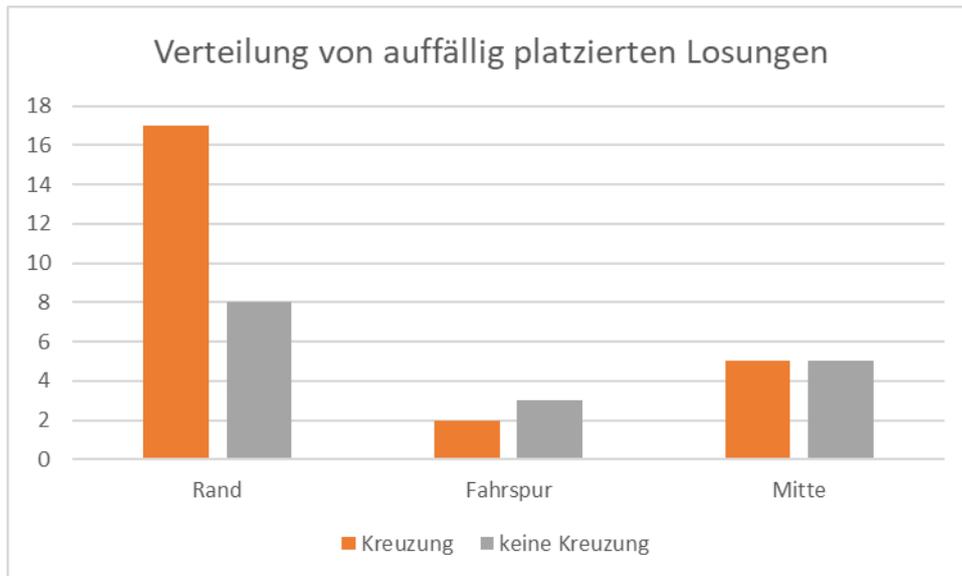


Abbildung 13: Platzierung der Losungen an Kreuzungen und entlang der Forststraßen (keine Kreuzung).

7.2 Ergebnisse der genetischen Untersuchung

Von den 61 Genetikproben konnte bei allen Wolf als Tierart genetisch bestätigt werden (Haplotyp). Das machte 44% der gesammelten Proben aus. Bei 34 Proben reichte die Probenqualität für eine Individualisierung (Genotyp) aus und ergab 21 verschiedene genetisch bestätigte Individuen. Davon waren 8 Individuen Elterntiere und 13 Individuen andere Rudelmitglieder.

Tabelle 5: Übersicht über die genetisch beprobten Individuen.

Rudel	Elterntier	Andere	Losung/Rudel	Analysierte Genetikproben
Knappenrode II (KN II)	Rüde	1 Welpen/Jahrling	32	2
Mulkwitz (MUL)	Rüde Fähe	1 Welpen	30	4
Neukollm (NEK)	Rüde Fähe	1 Welpen/Jahrling	30	7
Neustadt (N)	Fähe 2. Fähe	2 Jahrlinge 2 Welpen/Jahrling	22	11
Rauden (RAD)	Rüde	1 adulter Wolf 5 Welpen/Jahrling	24	10

7.2.1 Platzierung der genetisch beprobten Losungen am Weg

Von den genetisch beprobten Losungen wurden die meisten am Rand gefunden. Bei den Elterntieren waren es 9 Losungen (53%) und bei den anderen Rudelmitgliedern etwas weniger (n=7, 41%). In der Mitte wurden bei beiden Kategorien jeweils 5 Losungen (29%) gefunden. Von Elterntieren wurden 3 Losungen in der Fahrspur gefunden (18%) und von den anderen Rudelmitgliedern wurden 5 Losungen in der Fahrspur gefunden (30%).

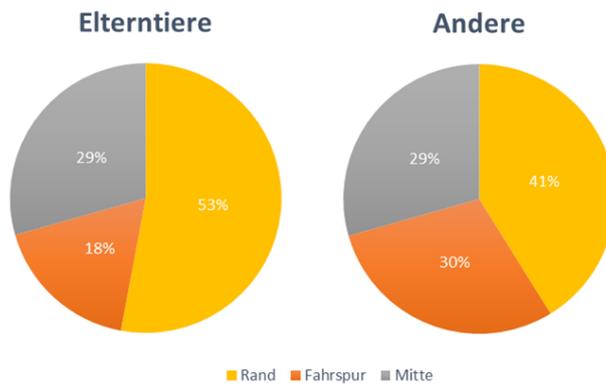


Abbildung 14: Platzierung der genetisch beprobten Losungen bei Elterntieren und anderen Rudelmitgliedern.

7.2.2 Auffällige Platzierung der genetisch beprobten Losungen

Bei den genetisch beprobten Losungen war der Anteil an auffällig platzierten Losungen 50 % (n=17). Von Elterntieren wurden 53% (n=9) der auffällig platzierten Losungen an Kreuzungen gefunden. Bei den anderen Rudelmitgliedern waren es 47% (n=8). Weiters wurden die meisten auffällig platzierten Losungen am Rand an Kreuzungen gefunden (n=7).

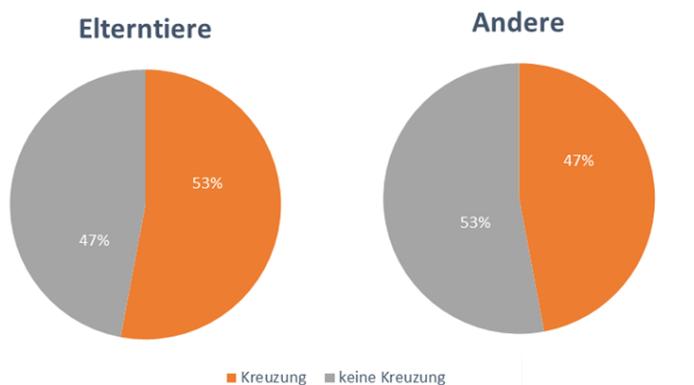


Abbildung 15: Prozent der auffällig platzierten Losungen bei Elterntieren und anderen Rudelmitgliedern an Kreuzungen oder entlang von Forststraßen (keine Kreuzung).

7.2.3 Durchschnittliche Vegetationshöhe bei der Losung

Die durchschnittliche Vegetationshöhe bei auffällig platzierten Losungen von Elterntieren betrug 25,4 cm. Bei den anderen Rudelmitgliedern waren es durchschnittlich 6 cm. Die durchschnittliche Vegetationshöhe von nicht auffällig platzierten Losungen betrug bei Elterntieren 0,8 cm und bei den anderen Rudelmitgliedern 1,7 cm.

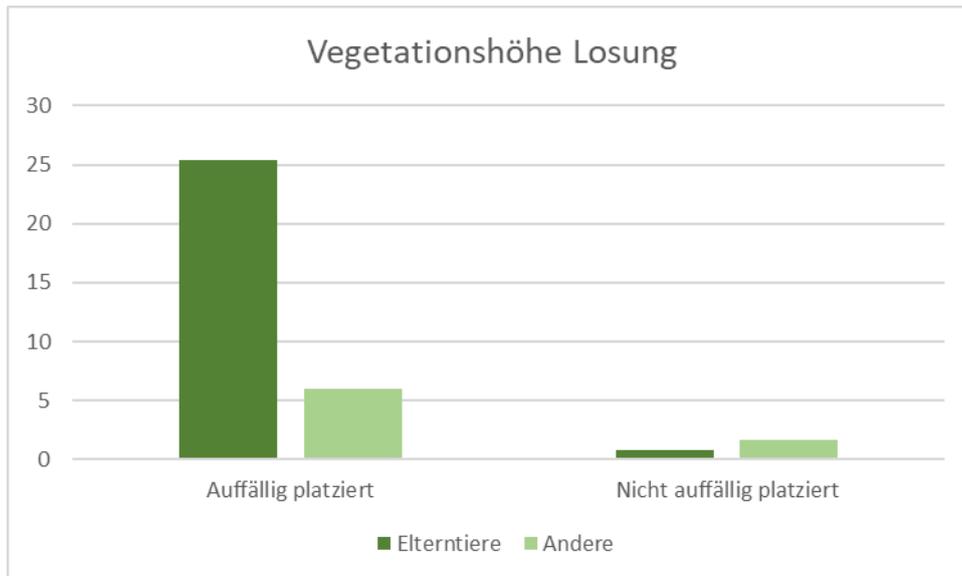


Abbildung 16: Durchschnittliche Vegetationshöhe von auffällig platzierten Losungen bei Elterntieren und anderen Rudelmitgliedern.

7.3 Ergebnisse der statistischen Modellierung

7.3.1 Modell „Losungs- und Zufallspunkte“

Bei dieser Analyse wurden Losungspunkte (n=138) und Zufallspunkte (n=341) miteinander verglichen, um Aussagen über die Grundgesamtheit (wo Wölfe grundsätzlich Losung absetzen) treffen zu können. Die Variablenselektion ergab, dass Kreuzung (Krz), Vegetationshöhe in der Fahrspur (Veg_Fahr_Mittel), Vegetationshöhe am Mittelstreifen (Veg_Mitte) und die Breite des Mittelstreifens (Weg_Mitte) die Variablen mit dem stärksten Einfluss waren. Das Endmodell lautete wie folgt:

```
m <- glm (L_Z ~ Krz + Veg_Mitte + Veg_Fahr_Mittel + Weg_Mitte, family=binomial, data=dat)
```

Tabelle 6: Auflistung der ersten vier Modelle mit dem geringsten AICc.

Intercept	Krz	Veg_Fahr_Mittel	Veg_Mitte	Weg_Mitte	df	AICc	delta	weight
-1.4400	1.474	-0.2842	-0.06944	-0.006374	5	535.9	0.00	0.391
-1.4320	1.437		-0.08389	0.005933	4	536.9	0.99	0.238
-1.0460	1.407	-0.2520	-0.05331		4	538.2	2.35	0.121
-1.0630	1.377		-0.06782		3	538.7	2.83	0.095

Delta AICc für das Null Modell: 41.36

Die erklärte Devianz dieses Modells ist mit 8% eher als gering einzuschätzen. Der AUC des Modells lag bei 0.7044 im guten Bereich (Pearce and Ferrier 2000). Die Variable Kreuzung (Krz) hatte mit Abstand den stärksten Einfluss auf das Modell (RVI= 1.00). Mit einer Devianzabweichung von 37.02571 war der Einfluss dieser Variable mehr als doppelt so hoch, wie der Einfluss der anderen Variablen zusammen. Die Vegetationshöhe in der Fahrspur und in der Mitte war geringer, wenn es sich um einen Losungspunkt handelte. Weiters ist ein positiver Einfluss der Variablen Kreuzung und Breite des

Mittelstreifens auf das Modell erkennbar. Das Ergebnis bedeutet, dass Kreuzungen, Stellen mit niedriger Vegetation und mit breitem Mittelstreifen von Wölfen bevorzugt werden.

Tabelle 7: Ergebnisse des Endmodells für Lösungs- und Zufallspunkte mit der "relative variable importance (RVI)" als Maß für die Variablenselektion und mit der Devianzabweichung, die den relativen Einfluss der Variablen zeigt.

	Estimate	Standard Error	RVI	Devianzabweichung
Intercept	-1.439672	0.242823	/	/
Krz	1.474308	0.248263	1.00	37.02571
Veg_Mitte	-0.069436	0.032518	0.74	6.352611
Veg_Fahr_Mittel	-0.284184	0.178824	0.84	4.081889
Weg_Mitte	0.006374	0.003086	0.71	5.434556

7.3.2 Modell „Auffällig platziert“

Bei dieser Analyse wurden nur die Lösungspunkte (n=138) untereinander verglichen. Die Variable Rudel, als „random effect“ (s(Rudel, bs = "re")), hatte hier eine deutliche Varianz und wurde deshalb in allen Modellen gelassen. Das Ergebnis der Variablenselektion beinhaltet die Sichtbarkeit des nächstgelegenen Weges (Weg_Sicht2) und die Platzierung (LageaufWeg mit den Kategorien Rand, Fahrspur oder Mitte). Das Endmodell lautete:

m<-gam(Auffällig.platziert~s(Rudel,bs="re")+LageaufWeg+Weg_Sicht2, family=binomial,data=dat)

Tabelle 8: Auflistung der ersten vier Modelle mit dem geringsten AICc des Modells „Auffällig platziert“.

Intercept	LageaufWeg	Weg_Sicht2	df	AICc	delta	weight
-1.2140	+	-1.865	7	144.8	0.00	0.945
-0.3367		-1.933	5	150.5	5.73	0.054
-1.7750	+		5	157.7	12.90	0.001
-0.9005			3	165.5	20.74	0.000

Delta AICc für das Null Modell: 21.16

Die erklärte Devianz dieses Modells ist mit einem Wert von 21,9% auch hier eher als gering einzuschätzen, wohingegen ein AUC von 0,8015 als sehr gut eingeschätzt werden kann (Pearce and Ferrier 2000). Die Sichtbarkeit des nächstgelegenen Weges war im Endmodell die Variable mit dem stärksten Einfluss. Diese Variable wirkt sich negativ auf eine auffällige Platzierung aus. Eine auffällige Platzierung am Rand und in der Mitte scheint häufiger zu sein als in der Fahrspur, wobei die Platzierung am Rand am häufigsten ist. Mit einer Devianzabweichung von 17.10232 der Variable Weg_Sicht2, ist ihr Einfluss deutlich höher, jedoch nicht ganz doppelt so hoch, wie der Einfluss der Platzierung am Rand oder in der Mitte. Lösungen werden also häufiger am Rand auffällig platziert und wenn eine Kreuzung in Sichtweite ist, wird diese zum auffälligen Platzieren einer Lösung bevorzugt.

Tabelle 9: Ergebnisse des Endmodells für auffällig platzierte Losungen mit der "relative variable importance (RVI)" als Maß für die Variablenselektion und der Devianzabweichung, die den relativen Einfluss der Variablen zeigt.

	Estimate	Standard Error	RVI	Devianzabweichung
Intercept	-1.2142	0.6726	/	/
Weg_Sicht2	-1.8652	0.5470	1.00	17.10232
LageaufWegRand	1.5898	0.6126	0.95	10.06486
LageaufWegMitte	0.4596	0.703	0.95	10.06486

7.3.3 Modell „Genetisch beprobte Losungen“

Bei diesem Modell wurden genetisch analysierte Losungen (n=34) von Elterntieren (n=17) und anderen Rudelmitgliedern (n=17) miteinander verglichen. Die Anzahl an Genetikproben mag gering erscheinen, baut aber auf den vorhergehenden Analysen auf und ist daher mit einer geringeren Stichprobe machbar. Der RVI- Wert von beiden Variablen lag deutlich unter dem Annahmehereich. Folglich war der Einfluss aller Variablen zu unsicher. Somit ergab dieses Modell, dass es keinen Unterschied hinsichtlich der Platzierung auf Kreuzungen oder einer auffälligen Platzierung zwischen Elterntieren und anderen Rudelmitgliedern gibt.

Tabelle 10: RVI-Werte der Variablen des Modells für genetisch beprobte Losungen.

	RVI
Kreuzung	0.25
Auffällig platziert	0.25

Tabelle 11: Auflistung der vier Modelle der genetisch beprobten Losungen.

Intercept	Auffällig platziert	Kreuzung	df	logLik	AICc	delta	weight
0.0000			1	-23.567	49.3	0.00	0.559
-0.1178	0.2356		2	-23.508	51.4	2.14	0.191
-0.1178		0.2356	2	-23.508	51.4	2.14	0.191
-0.1823	0.1823	0.1823	2	-23.476	53.8	4.49	0.059

Delta AICc für Null- Modell: 0.00

8 Diskussion

Es gibt eine Präferenz für das Absetzen von Losungen an bestimmten Stellen entlang von Forststraßen und das trifft auch auf das Markieren mit Losung zu. Es gibt jedoch keinen Unterschied beim Markieren mit Losung zwischen den Elterntieren und den anderen Rudelmitgliedern.

8.1 Methodendiskussion

8.1.1 Rudelstruktur in Österreich und Deutschland

Eine Voraussetzung für diese Studie war eine intakte Rudelstruktur, das heißt zumindest Elterntiere, Jährlinge und Welpen. Ursprünglich war die Datenaufnahme in Niederösterreich, im Waldviertel, geplant. Da es aber für das Jahr 2020 keine Hinweise auf ein Weiterbestehen oder Reproduktion der Rudel in Österreich gab, wurde die Studie andernorts durchgeführt (Knauer 2020, unveröffentlichte Daten). Kurz nach Beginn der Datenaufnahme, wurde der territoriale Rüde im Rudel Neustadt/Spremberg (N) nachweislich illegal getötet. Ansonsten konnte in allen Rudeln eine intakte Rudelstruktur vorgefunden werden (DBBW n.d.).

8.1.2 Angewandte Methodik

Das Sammeln von Wolfslosung auf Forststraßen ist zwar arbeitsaufwändig aber im Gegensatz zum Sammeln von anderen Hinweisen einfach und zu jeder Jahreszeit anwendbar (Reinhardt et al. 2015). Außerdem lässt es sich gut mit dem Sammeln von Proben für genetische Untersuchungen zur Bestätigung der Anwesenheit und Bestimmung der Populationsgröße kombinieren (Taberlet and Luikart 1999; De Barba et al. 2010; Galaverni et al. 2012; Reinhardt et al. 2015; Canu et al. 2017). Da man nicht in der Nacht oder während der Dämmerung und nur auf Forststraßen sucht, hat diese nicht-invasive Methode zusätzlich den Vorteil, dass Wildtiere kaum in ihrem natürlichen Verhalten gestört oder beeinträchtigt werden und bietet damit keinen Anlass zu Konflikten mit Grundbesitzerinnen und Grundbesitzern oder anderen Interessensgruppen (Miller et al. 2019).

8.1.2.1 Datenaufnahme im Winter

Die meisten Losungen werden während der Paarungszeit gefunden. Diese ist in den Wintermonaten von Jänner bis März (Mech and Boitani 2003; Zub et al. 2003). Letztlich wurden die Daten während dieser Zeit gesammelt, um sicherzugehen, dass genügend Proben gefunden werden können. Schnee stellte ein Hindernis für die Datenaufnahme dar, weshalb die Daten für diese Studie nur in Perioden ohne Schnee gesammelt wurden. Mit dem Faktor Schnee wären zu viele Variablen dazugekommen, die nicht messbar gewesen wären, beispielsweise schlechtere Sichtbarkeit von Wegesrändern und keine Sichtbarkeit von Vegetationsstrukturen. Aufgrund der milden Winter in der Oberlausitz, war die Jahreszeit in diesem Fall kein Ausschlusskriterium.

8.1.2.2 Sammeln der Zufallspunkte

Beim Kartieren von Zufallspunkten spielte die Zeit eine wichtige Rolle. In Gebieten, in denen man wenig Losung findet, ist es gut abstimmbare, Losungs- und Zufallspunkte während der gleichen Exkursion zu kartieren. In Gebieten, in denen man viel Losung findet, wird die zeitgleiche Aufnahme von Losungs- und Zufallspunkten sehr zeitintensiv und geht auf Kosten der Losungspunkte und der Genetikproben.

Bei dieser Methode galt es zu beachten, dass Losungspunkte und Zufallspunkte zeitnah, auf denselben Wegen aufgenommen werden hätten sollen. Das bedeutete, dass Zufallspunkte auch an einem anderen Tag aufgenommen werden konnten. Da in dieser Studie die Höhe der Vegetation eine wichtige Rolle spielte, sollte aber kaum Zeit dazwischen vergehen. Dieser Faktor spielte im Winter eine geringere Rolle. Es wäre möglich gewesen, diese Problematik durch das Etablieren von Transekten auszugleichen. Da die Datenaufnahme aber innerhalb einer gewissen Zeit stattfinden musste, war es wichtig, die Routenwahl je nach Bedarf anpassen zu können. Somit erschien eine opportunistische Vorgehensweise angebrachter als eine systematische Vorgehensweise (De Barba et al. 2010).

8.1.3 Modellansatz

Logistische Regressionen eignen sich gut, um eine oder mehrere abhängige Variablen mit einer oder mehreren unabhängigen Variablen zu vergleichen (Scott et al. 1991; Burnham and Anderson 2002). Die für die Losungs- und Zufallspunkte verwendete logistische Regression vergleicht die Ausprägung der unabhängigen Variablen an Losungs- und Zufallspunkten („use-availability-design“ nach Pearce and Boyce 2006). Wendet man diesen Modellansatz an, ist darauf zu achten, dass für alle Punkte die gleichen Voraussetzungen gelten. Die 138 Losungspunkte wurden ca. mit der 3-fachen Menge an Zufallspunkten verglichen. Diese Anzahl ist sinnvoll, um das Angebot mit der tatsächlichen Nutzung vergleichen zu können (Manly et al. 2002). Mehr Zufallspunkte führen zu keiner substanziellen Verbesserung der Modellgüte. Basierend auf den Variablen Kreuzung, Vegetationshöhe in der Fahrspur und in der Mitte sowie Breite des Mittelstreifens konnten Losungs- und Zufallspunkte in 70% (AUC=0.70) der Fälle korrekt unterschieden werden. Bei der Interpretation ist darauf zu achten, dass viele Zufallspunkte sicher auch an potentiellen Losungspunkten lagen, was sich negativ auf die Modellgüte auswirkt.

8.2 Ergebnisdiskussion

8.2.1 Modell „Losungs- und Zufallspunkte“

Dass Wölfe ihre Losung bevorzugt an Kreuzungen absetzen, bestätigt die Ergebnisse bisheriger Studien (Vila et al. 1994, Barja et al. 2004). Bisher wusste man noch wenig, über die Verteilung und Platzierung von Losung außerhalb von Kreuzungen (Vila et al. 1994). Die Ergebnisse zeigen, dass Losung auch entlang der Forststraßen nicht zufällig verteilt ist.

Es scheint, dass Stellen mit breiten Mittelstreifen bevorzugt werden. Es wäre möglich, dass proportional mehr Losung auf Mittelstreifen abgesetzt wird, je breiter diese werden. Es ist aber nicht davon

auszugehen, dass es sich hierbei um einen kausalen Zusammenhang handelt, weil die Platzierung (Rand, Fahrspur, Mitte) beim Vergleich zwischen Losungs- und Zufallspunkten nicht miteinbezogen wurde.

Die negative Präferenz der Vegetationshöhe bestärkt den Verdacht, dass bewachsene oder verwachsene Wege weniger zum Absetzen einer Losung genutzt werden (Bojarska et al. 2020). Ein stärkerer Effekt dieser Variable auf das Modell während der Vegetationsperiode ist anzunehmen, kann aber hier aufgrund der Daten ausschließlich aus dem Winter nicht untersucht werden.

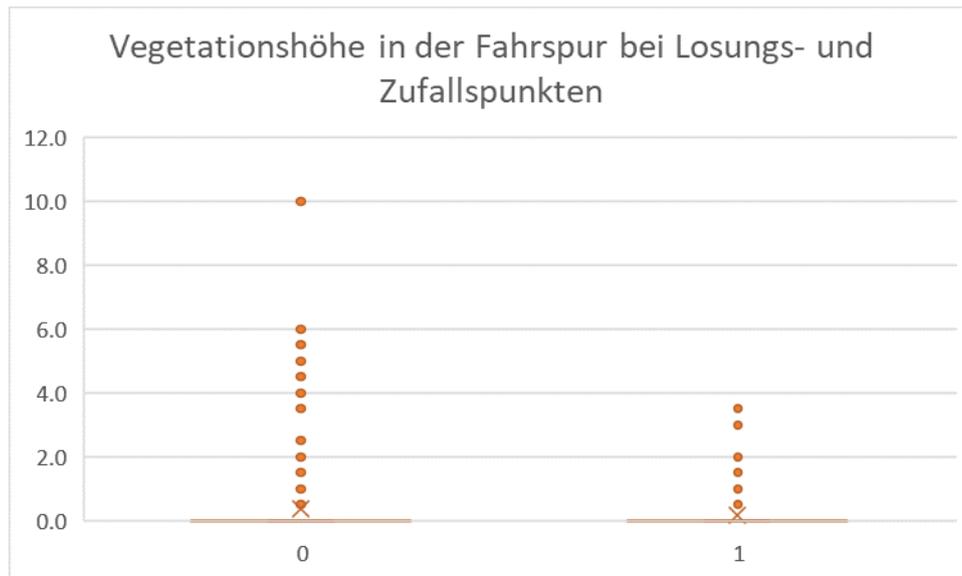


Abbildung 17: Streuung der Vegetationshöhe in der Fahrspur bei Losungs- und Zufallspunkten (0=Zufallspunkt, 1=Losung).

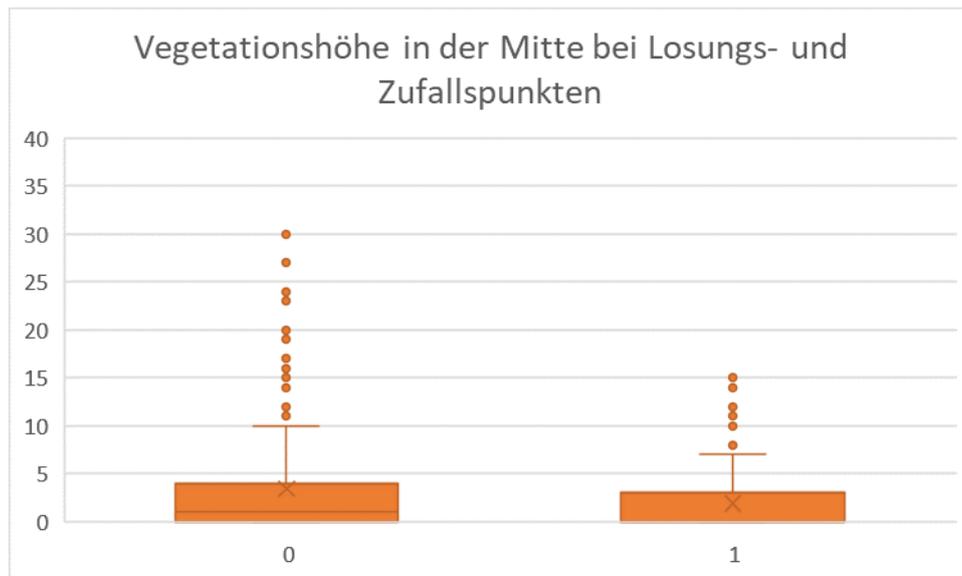


Abbildung 18: Streuung der Vegetationshöhe in der Mitte bei Losungs- und Zufallspunkten (0=Zufallspunkt, 1=Losung).

Das Platzieren von Losung an Stellen mit niedriger Vegetation, könnte zur besseren Sichtbarkeit von Losung beitragen. Wenn beispielsweise auf verwachsenen Wegen eine auffällige Platzierung nicht möglich ist, könnte die Platzierung an Stellen mit niedriger Vegetation zu besserer Sichtbarkeit für Artgenossen beitragen. Auch ein breiter Mittelstreifen könnte an sich schon eine auffällige Struktur darstellen (Barja et al. 2005; Barja 2009). Das erweckt den Eindruck, dass Losung allgemein auf Forststraßen innerhalb eines Territoriums so platziert wird, dass sie von Artgenossen gut gesehen werden kann.

8.2.2 Vegetationshöhe

Trotzdem können Losungen übersehen werden, wenn die Vegetation sehr hoch ist. In dieser Studie reichte die Spannweite der Vegetationshöhe am Rand der Wege von durchschnittlich 9 cm auf der einen Seite bis zu durchschnittlich 13 cm auf der anderen. Die meisten Losungen (n=55) wurden am Rand gefunden, wovon 17 Losungen auffällig platziert waren. Das heißt, Losung am Rand wurde auch ohne auffällige Platzierung gefunden. Weiters hatte die Variable „Vegetationshöhe am Rand“ in keinem der statistischen Modelle einen Einfluss. In der Fahrspur und am Mittelstreifen war die Vegetation allgemein sehr gering und betrug nicht mehr als 4 cm. Daher wird eher nicht davon ausgegangen, dass die Vegetationshöhe die Auffindwahrscheinlichkeit in diesem Fall beeinflusste.

Als Mensch kann man meist nur visuelle Aspekte erfassen. Es ist anzunehmen, dass Losungen während der Vegetationsperiode eher übersehen werden. Um dann eine Verzerrung der Daten durch Übersehen von Losung zu vermeiden, erscheint es sinnvoll, Hunde zum Artnachweis in zukünftige Studien miteinzubinden (Hatlauf et al. 2021).

8.2.2.1 Die Variable „Vegetationshöhe am Rand“

Es wurde auch Losung weiter draußen am Rand, außerhalb des Weges gefunden. Daher wäre vielleicht ein weiteres Maß für die Vegetationshöhe am Rand, beispielsweise einige Zentimeter vom Wegesrand entfernt, sinnvoll gewesen. Schlussendlich wurde aber ein praktisches Maß, das im Feld leicht anzuwenden und zeiteffizient war, bevorzugt. Ein möglicher Effekt der Vegetation links und rechts des Weges findet sich näherungsweise in der Variablen „Deckung“ wieder. Beide Variablen hatten keinen Einfluss in den statistischen Modellen, daher es ist unwahrscheinlich, dass mehr Maße für die Vegetation am Rand etwas geändert hätten (Vila et al. 1994; Barja et al. 2005).

8.2.3 Wegkategorie

Die Verteilung der Lösungs- und Zufallspunkte auf die Wegkategorien in den unterschiedlichen Rudeln erschien eher zufällig. Bei der aktiven Suche nach Wolfslosung hätte man gerne herausgefunden, welche Wege besonders erfolgsversprechend sind. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass mit den hier gewählten Variablen keine Eingrenzung auf Wege mit überdurchschnittlich vielen Losungen möglich ist.

Möglicherweise hängt die Benützung der Wege eher damit zusammen, wie stark das Wegenetz ausgebaut ist und von Menschen genutzt wird (Zimmermann et al. 2014; Bojarska et al. 2020). Ein gutes Wegenetz kann die Verbindung zwischen verschiedenen Gebieten ermöglichen und eine Fortbewegung im Territorium erleichtern. Man vermutet, dass besonders Wege die ein schnelles und direktes Vorankommen in einem Gebiet erlauben, dazu beitragen (Mech and Boitani 2003; Barja et al. 2004). Daraus kann man schließen, dass Forststraßen mit einem schlechten oder nicht vorhandenen Wegenetz, weniger genutzt werden und man in solchen Gebieten entsprechend wenig Losung findet. Daher sollte man Variablen über Länge und Verlauf unterschiedlicher Wege und über die Struktur verschiedener Wegenetze in zukünftige Studien miteinbeziehen.

Asphaltierte Wege könnten, dort wo sie vorkommen, durchaus häufiger genutzt werden. Deshalb liegt hier vielleicht eine negative Präferenz vor. Abgesehen davon, dass die Variable „Wegkategorie“ in keinem der Modelle einen Einfluss hatte, ist auch die Datenlage über asphaltierte Wege zu gering, um diesbezüglich eine Aussage treffen zu können.

8.2.4 Modell „Auffällig platziert“

Die Präferenz für Kreuzungen kann auch durch das Modell „Auffällig platziert“ belegt werden. Das bestätigt die Ergebnisse bisheriger Studien (Barja et al. 2004, 2005). Demnach platzierten Wölfe nicht auffällig entlang einer Forststraße, wenn bereits eine Kreuzung in Sichtweite ist, sondern gehen dann bevorzugt zur Kreuzung. Das Ergebnis dieses Modells zeigt, dass auch ein visueller Aspekt zum auffälligen Platzierten einer Losung beitragen kann. Wahrscheinlich trägt diese Art der Platzierung auch zu einer besseren olfaktorischen Wahrnehmung bei (Vila et al. 1994). Das unterstützt die Annahme,

dass Wolfslosung sowohl ein visuelles als auch ein olfaktorisches Signal ist. Demnach bleibt eine Losung als visuelles Signal noch lange nach der olfaktorischen Komponente erhalten (Macdonald 1980; Barja 2009). Aus anderen Studien weiß man, dass bestimmte Pflanzen zumindest auch nach Höhe und Durchmesser zum erhöhten Platzieren einer Losung ausgewählt werden und das nicht nur von Wölfen, sondern beispielsweise auch von Wildkatzen (Barja 2009; Piñeiro and Barja 2012). Die visuelle Komponente sollte daher nicht unterschätzt werden. Im Rahmen dieser Studie war es aber nicht möglich, olfaktorische Einflüsse miteinzubeziehen.

Der starke Einfluss der Platzierung am Rand wurde auch in der deskriptiven Statistik ersichtlich, wo bereits auffallend war, dass viele auffällig platzierte Losungen am Rand gefunden wurden und die meisten davon an Kreuzungen waren (60%). Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Losung häufiger an Wegesrändern auffällig platziert wird. Dennoch ergaben andere Studien, dass Losung häufiger in der Mitte platziert wurde (Vila et al. 1994; Barja et al. 2005). Das gilt zwar nicht nur für auffällig platzierte Losungen, könnte aber trotzdem von Bedeutung sein. Sowohl Mittelstreifen als auch Wegesränder können an sich auffällige Strukturen darstellen oder einige davon enthalten, wie zum Beispiel bestimmte Pflanzen, die zur Platzierung einer Losung bevorzugt werden (Barja et al. 2005; Barja 2009). Unter der Annahme, dass Wölfe in der Fahrspur laufen, ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie ihre Losung in der Mitte oder am Rand absetzten, gleich hoch (Barja et al. 2005). Das heißt, die Unterschiede zwischen einer häufigeren Platzierung am Rand oder in der Mitte, könnten auf unterschiedliche Habitate und Umweltbedingungen zurückzuführen sein.

Weiters wurde auch in anderen Studien weniger Losung in der Fahrspur als am Rand oder in der Mitte gefunden und das obwohl die Wege weitgehend von Menschen ungenutzt waren (Vila et al. 1994; Barja et al. 2005). Es könnte sein, dass Losung in Fahrspuren weniger lange haltbar ist und deswegen weniger häufig gefunden wird. Da Haare und Knochenreste in einer eindeutig identifizierbaren Wolfslosung auch im überfahrenen Zustand lange sichtbar bleiben, wird nicht davon ausgegangen, dass die Auffindwahrscheinlichkeit von Losungen in der Fahrspur geringer ist.

In Bezug auf das aktive Monitoring lassen die Ergebnisse der ersten zwei Modelle den Schluss zu, dass ein genaues Absuchen von Kreuzungen, besonders am Rand, durchaus effizient ist. Allerdings kann deshalb nicht auf andere Stellen verzichtet werden, weil der Großteil der Losungen nicht an Kreuzungen gefunden wurde. Ein Fokus auf wenig bewachsene Wege mit breitem Mittelstreifen könnte sinnvoll sein, jedoch reicht die Datenlage nicht aus, um eindeutige Aussagen treffen zu können.

8.2.5 Unterscheidung der Individuen mittels genetischem Probenmaterial

Die genetische Unterscheidung zwischen Elterntieren, adulten Wölfen, Jährlingen und Welpen ist nicht selbstverständlich. Das Individuum, das Geschlecht und die daraus abgeleiteten Verwandtschaftsverhältnisse lassen sich anhand des Genotyps erkennen. Die Frage, wer Elterntier und

wer Nachkomme bzw. wer nicht mit dem Rudel verwandt ist, können so geklärt werden. Die Unterscheidung zwischen adult, Jährling oder Welpen ist mit dem Genotyp allein schwieriger, weil man damit das Alter nicht bestimmen kann (Galaverni et al. 2012; Canu et al. 2017).

Zur Bestimmung des Alters wurde herangezogen, wann die Tiere zum ersten Mal genetisch beprobt wurden. Das hatte zur Folge, dass oft nicht zwischen Jährling oder Welpen unterschieden werden konnte. Somit konnte in der Frage, ob es einen Unterschied im Markierverhalten gibt, nur zwischen Elterntieren und den anderen Rudelmitgliedern unterschieden werden.

In allen Rudeln wurden mindestens 10 Genetikproben gesammelt. Trotzdem war die Zahl der analysierten Individuen pro Rudel sehr unterschiedlich. Das könnte daran gelegen haben, dass durch die unterschiedliche Probenqualität nicht alle Proben genotypisiert werden konnten. Ein Grund dafür könnte beispielsweise das Wetter sein. Auch die ansteigenden Temperaturen gegen Ende der Datenaufnahme könnten die Probenqualität beeinflusst haben. Zusätzlich konnten nicht in allen Gebieten gleich viele Losungen und Genetikproben gesammelt werden. In manchen Rudeln war es schwieriger Losungen zu finden (NEK, KN II) als in anderen (N, RAD, MUL). Das könnte auf Unterschiede zwischen den Gebieten hinsichtlich menschlicher Aktivität und folglich unterschiedlicher Nutzungsintensität von Forststraßen durch Wölfe zurückzuführen sein (Galaverni et al. 2012; Zimmermann et al. 2014; Bojarska et al. 2020). Schließlich können auch individuelle Unterschiede zwischen und innerhalb der Rudel dazu führen (Macdonald 1980).

Insgesamt wurden 34 Proben für die Analyse verwendet, wovon 17 von Elterntieren und 17 von anderen Individuen waren. Da die Stichprobengröße ausreichend groß ist, kann man davon ausgehen, dass auch bei einer wesentlich höheren Stichprobengröße kein deutlicher Unterschied im Markierverhalten zwischen Elterntieren und den anderen Rudelmitgliedern nachgewiesen werden kann. Nichtsdestotrotz variierte die Anzahl an Genetikproben pro Rudel und Individuum stark und weitere Studien mit größeren Datensätzen wären vorteilhaft.

8.2.6 Modell „Genetisch beprobte Losungen“

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass aufgrund der Platzierung einer Losung hinsichtlich des Markierverhaltens nicht zwischen den Elterntieren und den restlichen Rudelmitgliedern unterschieden werden kann. Beim Markieren mit Losung ist die Platzierung von Wolfslosung an Kreuzungen, auf oder neben auffälligen Strukturen sowie das erhöhte Platzieren von Losung gemeint (Macdonald 1980; Vila et al. 1994; Barja et al. 2004). Das heißt, ein Markierverhalten per definitionem ist trotzdem nicht auszuschließen.

Inwieweit aber Hormone und sozialer Status bei der Platzierung von Losung eine Rolle spielen, ist noch unklar (Mech and Boitani 2003). Barja et al. (2008) haben diesbezüglich einen Zusammenhang

gefunden. Allerdings wurde für diese Studie nur ein Wolfsrudel beprobt und Unterschiede zwischen Individuen und Rudeln sind zu erwarten (Macdonald 1980). Da Markieren mit Losung nicht hauptsächlich den Elterntieren zugewiesen werden kann, ist es möglich, dass Hormone und der soziale Status eine weniger große Rolle beim Platzieren von Losung spielen. Dadurch unterscheidet sich das Markierverhalten mit Losung deutlich vom Markieren mit anderen visuellen und olfaktorischen Signalen.

Es ist auch nicht grundsätzlich von einem Unterschied zwischen Kerngebiet und Randbereich in einem Territorium zu erwarten. Zub et al. (2003) haben zwar eine Abnahme der Dichte in den Randgebieten von Wolfsterritorien gefunden, aber vulnerable Stellen im Territorium wurden nur mit Urin und Scharren am Boden markiert. Außerdem war die Anzahl an Losungen in beiden Bereichen des Territoriums gleich. Gese and Ruff (1997) fanden beispielsweise bei Kojoten ebenfalls keinen Unterschied in der Anzahl von Losungen zwischen Kerngebiet und Randbereich. Weiters ist die Verteilung von auffällig und nicht auffällig platzierten Wolfslosungen in den meisten Teilen des Territoriums gleich (Barja et al. 2005).

8.3 Bedeutung für das Monitoring

Die Ergebnisse erwecken den Eindruck, dass Losung allgemein auf Forststraßen innerhalb eines Territoriums bevorzugt an Stellen platziert wird, wo die Wahrscheinlichkeit, dass sie von Artgenossen gefunden wird, sehr hoch ist. Es macht den Anschein, als ob Losung grundsätzlich gut sichtbar platziert werden würde und auch visuelle Aspekte zur Wahl eines Losungspunktes beitragen. Das könnte sich als vorteilhaft für das Monitoring erweisen, zumindest im Winter. Denn dadurch sollte man bei der aktiven Suche nach Losung davon ausgehen können, dass die Wahrscheinlichkeit, dass Losungen von Menschen gesehen werden, ebenfalls sehr hoch ist.

Weiters, sollte nicht von der Platzierung auf den sozialen Status zurückgeschlossen werden. Das Scharren am Boden und das Markieren mit Urin werden vorwiegend bei den Elterntieren eines Rudels beobachtet. Man nimmt an, dass es einen Zusammenhang zwischen Reproduktion und territorialem Verhalten gibt und Markierverhalten sowohl hormonell als auch durch den sozialen Status determiniert ist (Mech and Boitani 2003; Barja et al. 2008; Canu et al. 2017). Beim Markieren mit Losung kann davon nicht ausgegangen werden.

Die hohe Auffindwahrscheinlichkeit von Wolfslosung im Winter könnte als zuverlässiger Hinweis genutzt werden, mit dem nicht nur die Anwesenheit, sondern auch die Abwesenheit dieser Tierart bestimmt werden kann (Reinhardt et al. 2015). Zumindest in Regionen mit milden Wintern und in regelmäßig abgesuchten Gebieten könnte dadurch die Abwesenheit von Rudeln sicherer bestimmt werden. Die Erkenntnisse dieser Studie würden somit zum Detektieren von ungeklärtem Verschwinden von

Wolfsrudeln beitragen. Allerdings muss bedacht werden, dass es jahreszeitliche Unterschiede in der Auffindwahrscheinlichkeit von Wolfslosung gibt und etablierte Territorien sich verschieben können (Reinhardt et al. 2015). Weiterführend könnte dieser Ansatz bei genetischen Untersuchungen hilfreich sein. Denn somit wäre es auch unwahrscheinlich, dass ein Individuum, das bereits wiederholt genetisch erfasst wurde, zufällig nicht mehr genetisch erfasst wird.

In den Randbereichen von Wolfsterritorien und Vorkommensgebieten ist es deutlich schwieriger Losungen zu finden (Reinhardt et al. 2015). Die Anzahl an Losungen in den verschiedenen Bereichen eines Territoriums (n/km) sollte zwar gleich sein, jedoch ist die Dichte (n/km^2) im Randbereich deutlich geringer (Zub et al. 2003). Die Ergebnisse dieser Studie könnten auch hier mehr Sicherheit geben, dass Losung auf Forststraßen im Winter von Menschen grundsätzlich gesehen werden sollte. In Kombination mit dem Einsatz von Hunden zum Artnachweis und dem Etablieren von Transekten, könnte der Arbeitsaufwand in solchen Gebieten verringert und somit das Monitoring effizienter gestaltet werden (Hatlauf et al. 2021).

Im Rahmen der Literaturrecherche war auffallend, dass die Datenlage zum Markierverhalten von Wölfen geringer ist als erwartet. Besonders beim Markieren mit Losung bei Wölfen basieren die existierenden Erkenntnisse hauptsächlich auf kleinen Stichprobenzahlen (Barja et al. 2005, 2008; Barja 2009), ebenso bei Methodenstudien (Galaverni et al. 2012; Canu et al. 2017) und beispielsweise einer Verhaltensstudie (Bojarska et al. 2020). Andere verwenden schlicht eine fragwürdige Methodik (Llaneza et al. 2014; Dickie et al. 2017). Besagte Studien stammen hauptsächlich aus Mittel- und Westeuropa, wo Wölfe erst seit wenigen Jahren wieder in eine dicht von Menschen besiedelte Kulturlandschaft zurückkehren (Chapron et al. 2014; Sunde et al. 2021). Das heißt Forschungsarbeiten mit großen Stichprobenzahlen waren weitgehend in Mittel- und Westeuropa bis jetzt auch gar nicht möglich. Das macht den Bedarf an langjähriger, wissenschaftlicher Begleitung des Wolfsmonitorings deutlich.

8.4 Bedeutung für das Markierverhalten

Die Sichtbarkeit des nächstgelegenen Weges trägt dazu bei, ob auf einer Kreuzung markiert wird oder nicht. Auch andere Variablen, beispielsweise ein breiter Mittelstreifen, könnten als visuelle Stimuli bezeichnet werden. Deshalb entsteht der Eindruck, dass Losungen sowohl auf Kreuzungen als auch auf Forststraßen an Stellen platziert werden, wo sie von Artgenossen leicht gefunden werden können (Vila et al. 1994). Nachdem angenommen wird, dass Forststraßen und Kreuzungen eine wichtige Rolle beim Markierverhalten von Wölfen spielen (Rothman and Mech 1979; Zub et al. 2003) könnte es sein, dass es sich beim Absetzen von Losung auf Forststraßen grundsätzlich um Markierverhalten handelt.

Nur weil Markierverhalten hauptsächlich innerhalb des Territoriums beobachtet wurde, heißt das nicht unbedingt, dass es zur Verteidigung des Territoriums beitragen muss (Macdonald 1980).

Markierverhalten kann auch als soziale Interaktion verstanden werden. Daher ist anzunehmen, dass Wolfswelpen dieses Verhalten, ebenso wie andere Verhaltensweisen, früh von den Elterntieren und älteren Geschwistern lernen und auch zeigen (Mech and Boitani 2003). Das Platzieren von Losung kann durch viele Aspekte beeinflusst werden, nicht zuletzt durch die Persönlichkeit und die Umwelteinflüsse, die jeweils auf ein einzelnes Individuum wirken (Macdonald 1980).

Losung spielt eine Rolle in der sozialen Organisation von Wölfen und es ist wahrscheinlich, dass sie zur Übermittlung einer Unzahl an Informationen beiträgt (Macdonald 1980). Allerdings scheint das Markierverhalten mit Losung zumindest keinen sozialen Status vorauszusetzen (Gese and Ruff 1997; Mech and Boitani 2003; Parker et al. 2010). Das schließt ein Markierverhalten per definitionem trotzdem nicht aus. Somit wäre das Markieren mit Losung ein Mittel, das von allen Rudelmitgliedern zur intraspezifischen Kommunikation genutzt werden kann. Es könnte beispielsweise eine Zwischenfunktion haben. Während die Elterntiere durch das Markieren mit Losung vom Fernhalten fremder Artgenossen profitieren, können sich andere Rudelmitglieder über mögliche Paarungspartner in anderen Rudeln informieren (Macdonald 1980; Parker et al. 2010). Wenn Markieren mit Losung von allen Rudelmitgliedern genutzt werden kann, bedeutet das auch, dass es kein Territorialverhalten voraussetzt. Daher wäre es möglich, dass auch abwandernde Individuen, ohne Territorium, dieses Verhalten zeigen. Immerhin wäre es eine effiziente Möglichkeit, um auf sich aufmerksam zu machen. Um das zu herauszufinden, wären jedoch weitere Forschungsarbeiten nötig.

8.5 Schlussfolgerungen für das aktive Wolfsmonitoring

Theoretisch gibt es Stellen, an denen eine Suche, auf Kosten weniger wahrscheinlicher Stellen, intensiviert werden könnte. Praktisch ist es jedoch nicht möglich nur Kreuzungen, Stellen mit breitem Mittelstreifen und niedriger Vegetation in der Fahrspur und am Mittelstreifen abzusuchen. Daher kann nicht pauschal auf bestimmte Wege verzichtet werden. Die hohe Auffindwahrscheinlichkeit von Losung im Winter kann in Kombination mit anderen Methoden dennoch zur Effizienzmaximierung des Monitorings beitragen. Wichtig ist weiters die Erkenntnis, dass Losungen auch auf Forststraßen nicht zufällig platziert sind und bevorzugte Stellen auch visuell ausgewählt werden. Das Markieren mit Losung kann nicht hauptsächlich den Elterntieren zugewiesen werden und unterscheidet sich somit deutlich vom Markieren mit anderen visuellen und olfaktorischen Signalen.

9 Nachwort

Erschwerend zur wissenschaftlichen Arbeit mit Wölfen in Mittel- und Westeuropa kommt hinzu, dass die meisten Populationen unter dem Druck von illegaler Verfolgung stehen (Reinhardt and Kluth 2007; Pohja-mykrä and Kurki 2014; Nowak et al. 2021; Sunde et al. 2021). Besonders in Gebieten, die von Wölfen neu erschlossen werden und in denen eine niedrige Populationsdichte vorliegt, ist es denkbar, dass sich Populationen aus diesem Grund lange nicht etablieren können (Reinhardt and Kluth 2007; Liberg et al. 2012; Šver et al. 2016; Sunde et al. 2021). Außerdem scheinen Besitzverhältnisse und Jagdpraxis einen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von Wölfen zu haben. Denn in Gebieten mit vielen Grundbesitzern müssen Wölfe oft zwischen verschiedenen Grundstücken wechseln und setzen sich potentiell häufiger möglichen illegalen Verfolgern aus. Entsprechend ist die Überlebenswahrscheinlichkeit in Gebieten mit großen Anwesen höher (Reinhardt et al. 2019; Sunde et al. 2021). Daher ist es nicht verwunderlich, dass sich die ersten Wolfsrudel in Deutschland und Österreich auf Truppenübungsplätzen etablierten (Reinhardt et al. 2019; Österreichzentrum Bär, Wolf, Luchs 2021).

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wanderten mehr als 40 Wölfe von Polen nach Deutschland ein. Die meisten wurden erschossen und erst 1998 gelang es dem ersten Wolfspaar in Deutschland auf einem Truppenübungsplatz ein Territorium zu etablieren (Reinhardt and Kluth 2007). Auch in Österreich wurden seit Beginn dieses Jahrhunderts regelmäßig Wölfe nachgewiesen, doch das erste Paar konnte sich erst 2016 auf einem Truppenübungsplatz etablieren (Österreichzentrum Bär, Wolf, Luchs 2021). Die Rückkehr der Wölfe in Deutschland und Österreich zeigt dasselbe Muster und es ist davon auszugehen, dass die oben genannten Faktoren auch die Ausbreitung der Wölfe in Österreich regulieren (Sunde et al. 2021). Es ist daher naheliegend, dass diese Studie aufgrund illegaler Verfolgung nicht in Österreich durchgeführt werden konnte und dieser anthropogene Mortalitätsfaktor die Wolfsforschung auch in anderen Gebieten behindert.

Die illegale Verfolgung der großen Beutegreifer ist in der mittel- und westeuropäischen Kultur tief verwurzelt (Pohja-mykrä and Kurki 2014). Wenn große Beutegreifer schon kulturell nicht akzeptiert werden, wie soll dann die Akzeptanz in unserer Kulturlandschaft möglich sein? Der Mensch entscheidet über das Existieren-dürfen anderer Geschöpfe. Die Beherrschung der Natur durch den Menschen ist mit der Anschauung der Sonderstellung des Menschen im Tierreich verknüpft. Diese Vorstellung erweist sich heute auch aus ökologischen Gründen als gefährliche Illusion (Kattmann 2015). Schließlich haben neu auftretende Krankheiten, wie COVID- 19, in der raschen und rücksichtslosen Durchdringung der Natur durch den Menschen ihren Ursprung (Brown and Nading 2019). Das macht neue Vorstellungen notwendig, die über eine anthropozentrische Sichtweise hinausgehen. In der ökologischen Bewegung

wird die Anschauung vertreten, dass der Mensch auch ein Teil der Natur ist. Diese Anschauung könnte auch als anthropopartisches Weltbild bezeichnet werden, dem ein respektvoller Umgang mit den Mitgeschöpfen als Maßstab menschlichen Handelns zugrunde liegt. Denn der Mensch ist unweigerlich ebenso ein Teil des Ökosystems und somit gleichzeitig der Natur und muss seine Verantwortung als Gestalter und Bewahrer der Schöpfung wahrnehmen (Kattmann 2015). Diese Erkenntnis verhindert die rücksichtslose Ausbeutung der Umwelt und trägt folglich zu einer lebenswerten Zukunft bei.

10 Danksagung

Ein großes Dankeschön gilt dem LUPUS- Institut für Wolfsmonitoring- und forschung in Deutschland für die Möglichkeit und die hervorragende Betreuung während und nach der Datenaufnahme. Hier möchte ich mich besonders bei Ilka Reinhardt, Gesa Kluth und Sarah Schölzel für die Organisation und bei Lea Wirk für die herzliche Aufnahme und das Korrekturlesen bedanken!

Vor allem möchte ich mich bei Sebastian Collet und Carsten Nowak vom Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt/M. sowie bei Steve Smith vom Konrad-Lorenz-Forschungsinstitut für Vergleichende Verhaltensforschung der Veterinärmedizinischen Universität Wien für die großartige Zusammenarbeit bedanken.

Bei Dipl.ECZM Univ.-Prof. Dr.med.vet. Christian Walzer und Prof.Dr. Leonida Fusani möchte ich mich für die Betreuung der Arbeit bedanken. Ein besonderes Dankeschön gilt Dr.rer.silv. Felix Knauer sowohl für die Idee und die Möglichkeit als auch für eine außerordentlich gute Betreuung und eine großartige Unterstützung bei der Statistik.

Zu guter Letzt danke ich meiner Familie für die Unterstützung, die mir während meiner gesamten Studienzzeit gegeben wurde. Meinen Eltern danke ich besonders für das Ermöglichen meines Bildungsweges. Mein größtes Dankeschön gilt meiner Mutter, Margit Faffelberger, bei der ich mich hiermit für das geduldige und sorgfältige Korrekturlesen der Masterarbeit bedanken möchte. Vielen, vielen Dank! Abschließend möchte ich meinen Freundinnen und Freunden für den Rückhalt und die Ermutigung in allen Lebenslagen danken.

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verbreitungsgebiete der sächsischen Wolfsrudel (Quelle: LUPUS Institut (2021), verändert).....	13
Abbildung 2: Fotodokumentation einer frischen C2-Wolfslosung mit Nahaufnahme mit Maßstab und Übersichtsbild, aus dem die Position in der Landschaft hervorgeht (Fotos: Isabella Faffelberger).	18
Abbildung 3: Wolfslosungen mit einer auffälligen Platzierung. Links: Zwei Äste als auffällige Struktur. Die Losung liegt mittig dazwischen. Rechts: Erhöht platzierte Losung in 52 cm Höhe (Fotos: Isabella Faffelberger).	20
Abbildung 4: Aufnahme des Straßenquerschnitts. Oben: Bei dem Losungs- oder Zufallspunkt wurden die Vegetationshöhe am Rand, in der Fahrspur und in der Mitte sowie die Maße des Weges, ausgehend von der Mitte, gemessen. Unten links: Übersichtsbild von einem Zufallspunkt auf einem Erdweg. Unten rechts: Übersichtsbild von einem Zufallspunkt auf einem Schotterweg. Der Zollstock liegt entlang des kartierten Straßenquerschnitts (Skizze und Fotos: Isabella Faffelberger).....	21
Abbildung 5: Darstellung der Verteilung der gesammelten Wolfslosungen auf den jeweiligen Wegkategorien.	28
Abbildung 6: Anzahl der Losungs- und Zufallspunkte unterteilt in Rudel und Wegkategorie. L= Losung, Z= Zufallspunkt, KN II= Rudel Knappenrode II, MUL= Rudel Mulkwitz, N=Rudel Neustadt, NEK= Rudel Neukollm, RAD= Rudel Rauden.....	28
Abbildung 7: Vergleich der Verteilung von Losungs- und Zufallspunkten an Kreuzungen.....	29
Abbildung 8: Platzierung der Losungen am Weg (n=138).....	29
Abbildung 9: Durchschnittliche Gesamtbreite der Wege bei Losungs- und Zufallspunkten (L=Losungspunkt, Z=Zufallspunkt).	30
Abbildung 10: Durchschnittliche Breite der Mittelstreifen der Wege bei Losungs- und Zufallspunkten (L=Losungspunkt, Z=Zufallspunkt).	30
Abbildung 11: Durchschnittliche Vegetationshöhe bei Losungs- und Zufallspunkten am Wegesrand, in der Fahrspur und in der Mitte.	31
Abbildung 12: Prozent von auffällig platzierten Losungen (n=40) und auffällig platzierten Losungen, die an Kreuzungen gefunden wurden (n=24).	31
Abbildung 13: Platzierung der Losungen an Kreuzungen und entlang der Forststraßen (keine Kreuzung).	32
Abbildung 14: Platzierung der genetisch beprobten Losungen bei Elterntieren und anderen Rudelmitgliedern.	33
Abbildung 15: Prozent der auffällig platzierten Losungen bei Elterntieren und anderen Rudelmitgliedern an Kreuzungen oder entlang von Forststraßen (keine Kreuzung).....	33

Abbildung 16: Durchschnittliche Vegetationshöhe von auffällig platzierten Losungen bei Elterntieren und anderen Rudelmitgliedern.....	34
Abbildung 17: Streuung der Vegetationshöhe in der Fahrspur bei Lösungs- und Zufallspunkten (0=Zufallspunkt, 1=Lösung).....	39
Abbildung 18: Streuung der Vegetationshöhe in der Mitte bei Lösungs- und Zufallspunkten (0=Zufallspunkt, 1=Lösung).....	40

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Reproduktionsnachweise der besammelten Rudel seit dem Monitoringjahr 2016/2017. Ein Monitoringjahr geht von 1. Mai bis 30. April des Folgejahres (DBBW n.d.).....	14
Tabelle 2: SCALP- Kriterien für Wolfshinweise und ihre Bewertung (Reinhardt et al. 2015).	17
Tabelle 3: Beschreibung der Variablen, die für Lösungs- und Zufallspunkte verwendet wurden und deren Einheiten.....	22
Tabelle 4: Beschreibung der Variablen, die zusätzlich für Lösungspunkte verwendet wurden und deren Einheiten.....	26
Tabelle 5: Übersicht über die genetisch beprobten Individuen.....	32
Tabelle 6: Auflistung der ersten vier Modelle mit dem geringsten AICc.....	34
Tabelle 7: Ergebnisse des Endmodells für Lösungs- und Zufallspunkte mit der "relative variable importance (RVI)" als Maß für die Variablenselektion und mit der Devianzabweichung, die den relativen Einfluss der Variablen zeigt.....	35
Tabelle 8: Auflistung der ersten vier Modelle mit dem geringsten AICc des Modells „Auffällig platziert“.	35
Tabelle 9: Ergebnisse des Endmodells für auffällig platzierte Losungen mit der "relative variable importance (RVI)" als Maß für die Variablenselektion und der Devianzabweichung, die den relativen Einfluss der Variablen zeigt.....	36
Tabelle 10: RVI-Werte der Variablen des Modells für genetisch beprobte Losungen.	36
Tabelle 11: Auflistung der vier Modelle der genetisch beprobten Losungen.	36

13 Literaturverzeichnis

- Barja I (2009) Decision making in plant selection during the faecal-marking behaviour of wild wolves. *Anim Behav* 77:489–493. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2008.11.004>
- Barja I, De Miguel FJ, Bárcena F (2005) Faecal marking behaviour of Iberian wolf in different zones of their territory. *Folia Zool* 54:21–29
- Barja I, De Miguel FJ, Bárcena F (2004) The importance of crossroads in faecal marking behaviour of the wolves (*Canis lupus*). *Naturwissenschaften* 91:489–492. <https://doi.org/10.1007/s00114-004-0557-1>
- Barja I, Silván G, Illera JC (2008) Relationships between sex and stress hormone levels in feces and marking behavior in a wild population of Iberian wolves (*Canis lupus signatus*). *J Chem Ecol* 34:697–701. <https://doi.org/10.1007/s10886-008-9460-0>
- Bartoń K (2020) MuMIn: Multi-model inference. <https://cran.r-project.org/web/packages/MuMIn/index.html>. Aufgerufen: 20.08.2021
- Bojarska K, Sulich J, Bachmann S, et al (2020) Opportunity and peril: how wolves use a dense network of forest roads. *Mamm Biol* 100:203–211. <https://doi.org/10.1007/s42991-020-00014-0>
- Bortz J, Schuster C (2010) *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer, Berlin
- Breitenmoser U, Breitenmoser-Würsten C, von Arx M, et al (2006) Guidelines for the Monitoring of Lynx. *KORA Bericht* 33e:1–31
- Brown H, Nading AM (2019) Introduction: Human Animal Health in Medical Anthropology. *Med Anthropol Q* 33:5–23. <https://doi.org/10.1111/maq.12488>
- Burnham KP, Anderson DR (2002) *Model Selection and Inference: a Practical Information-theoretic Approach*. Springer, New York
- Caniglia R, Fabbri E, Greco C, et al (2010) Forensic DNA against wildlife poaching: Identification of a serial wolf killing in Italy. *Forensic Sci Int Genet* 4:334–338. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2009.10.012>
- Canu A, Mattioli L, Santini A, et al (2017) “Video-scats”: Combining camera trapping and non-invasive genotyping to assess individual identity and hybrid status in gray wolf. *Wildlife Biol* 4:1–9. <https://doi.org/10.2981/wlb.00355>
- Chapron G, Kaczensky P, Linnell JDC, et al (2014) Recovery of large carnivores in Europe’s modern human-dominated landscapes. *Science* 346:1517–1519. <https://doi.org/10.1126/science.1257553>

DBBW n.d. (Dokumentations- und Beratungsstelle des Bundes zum Thema Wolf). <https://www.dbb-wolf.de>. Aufgerufen: 15.06.2021

De Barba M, Waits LP, Genovesi P, et al (2010) Comparing opportunistic and systematic sampling methods for non-invasive genetic monitoring of a small translocated brown bear population. *J Appl Ecol* 47:172–181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01752.x>

Dickie M, Serrouya R, McNay RS, Boutin S (2017) Faster and farther: wolf movement on linear features and implications for hunting behaviour. *J Appl Ecol* 54:253–263. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12732>

Fielding AH, Bell JF (1997) A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environ Conserv* 18:4–5. <https://doi.org/10.1017/S0376892900021214>

Galaverni M, Palumbo D, Fabbri E, et al (2012) Monitoring wolves (*Canis lupus*) by non-invasive genetics and camera trapping: A small-scale pilot study. *Eur J Wildl Res* 58:47–58. <https://doi.org/10.1007/s10344-011-0539-5>

Gese EM, Ruff RL (1997) Scent-marking by coyotes, *Canis latrans*: the influence of social and ecological factors. *Anim Behav* 1155–1166

Guisan A, Zimmermann NE (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol Modell* 135:147–186. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9)

Hatlauf J, Böcker F, Wirk L, et al (2021) Jackal in hide: detection dogs show first success in the quest for golden jackal (*Canis aureus*) scats. *Mammal Res* 66:227–236. <https://doi.org/10.1007/s13364-020-00537-4>

Henry JD (1970) The use of urine marking in the scavenging behavior of the red fox (*Vulpes vulpes*). University of Calgary, Alberta

Kaczensky P, Huber T, Reinhardt I, Kluth G (2019) Wer war es? Spuren und Risse von großen Beutegreifern erkennen und dokumentieren

Kattmann U (2015) Der Mensch in der Natur. Die Doppelrolle des Menschen als Schlüssel zur Tier- und Umweltethik *Der Mensch in der Natur. Ethik und Sozialwissenschaften* 8:123–131

Klima Sachsen - Climate Data n.d. Klima Sachsen (n.d) Wasser, Klimatabella & Klimadiagramm für Sachsen - Climate Data. Verfügbar in: <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/sachsen>. Aufgerufen: 18. Juli 2021

Kuijper DPJ, de Kleine C, Churski M, et al (2013) Landscape of fear in Europe: Wolves affect spatial patterns of ungulate browsing in Bialowieża Primeval Forest, Poland. *Ecography (Cop)* 36:1263–1275. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.00266.x>

Lay B, Hornoff E, Galabau B (2016) *Bauzeichnen im GaLaBau*. Ulmer Verlag, Stuttgart

LfULG (2021) Statusbericht für das Monitoringjahr 2019/2020 Wölfe in Sachsen. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Dresden

LfULG n.d. Fachbeitrag zum Landschaftsprogramm – Naturraum und Landnutzung – Steckbrief „Königsbrück-Ruhlander Heiden (KRH)“. 1–13

LfULG n.d. Fachbeitrag zum Landschaftsprogramm – Naturraum und Landnutzung – Steckbrief “Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet (OLH).” 1–14

LfULG n.d. Fachbeitrag zum Landschaftsprogramm – Naturraum und Landnutzung – Steckbrief “Bergbaufolgelandschaft der Oberlausitz (BFOL).” 1–6

LfULG n.d. Fachbeitrag zum Landschaftsprogramm – Naturraum und Landnutzung – Steckbrief „Muskauer Heide“. 1–11

Liberg O, Chapron G, Wabakken P, et al (2012) Shoot, shovel and shut up: Cryptic poaching slows restoration of a large carnivore in Europe. *Proc R Soc B Biol Sci* 279:910–915. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1275>

Linnell JD, Swenson JE, Landa A, Kvam T (2014) Methods for monitoring European large carnivores - A worldwide review of relevant experience. NINA Norsk institutt for Naturforskning, Trondheim

Llaneza L, García EJ, López-Bao JV (2014) Intensity of territorial marking predicts wolf reproduction: Implications for wolf monitoring. *PLoS One* 9:e93015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093015>

Macdonald DW (1980) Patterns of scent marking with urin and faeces amongst carnivore communities. *Symp Zool Soc London* 45:107–139

Manly BFJ, McDonald LL, Thomas DL, et al (2002) *Resource Selection by Animals: Statistical Design and Resource Selection for Field Studies*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

Mech LD, Boitani L (2003) *Wolves: Behavior, Ecology and Conservation*. University of Chicago, Chicago

Miller C, Daim A, Sekot W, et al (2019) Entwicklung von Wildtiermanagement- Strategien bei Anwesenheit großer Beutegreifer - Lösungsansätze für forstwirtschaftliche Betriebe. BOKU-Berichte zur Wildtierforschung und Wildbewirtschaftung 22. Universität für Bodenkultur, Wien

Molinari-Jobin A, Kéry M, Marboutin E, et al (2012) Monitoring in the presence of species misidentification: The case of the Eurasian lynx in the Alps. *Anim Conserv* 15:266–273. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2011.00511.x>

Nowak S, Zmihorski M, Figura M, et al (2021) The illegal shooting and snaring of legally protected wolves in Poland. *Biol Conserv* 109367

Osborne PE, Alonso JC, Bryant RG (2001) Modelling landscape-scale habitat use using GIS and remote sensing: A case study with great bustards. *J Appl Ecol* 38:458–471. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00604.x>

Österreichzentrum Bär Wolf Luchs (2021) Statusbericht Wolf: Situation des Wolfs in Österreich. Verein Österreichzentrum Bär Wolf Luchs, Altiriding

Parker MN, Fish I, Greene E, et al (2010) Territoriality and scent marking behavior of african wild dogs in northern Botswana. The University of Montana, Missoula

Pearce J, Ferrier S (2000) Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecol Modell* 133:225–245. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00322-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00322-7)

Pearce JL, Boyce MS (2006) Modelling distribution and abundance with presence-only data. *J Appl Ecol* 43:405–412. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01112.x>

Piñeiro A, Barja I (2012) The plant physical features selected by wildcats as signal posts : an economic approach to fecal marking. *Naturwissenschaften* 99:801–809. <https://doi.org/10.1007/s00114-012-0962-9>

Pohja-mykrä M, Kurki S (2014) Strong community support for illegal killing challenges wolf management. 759–770. <https://doi.org/10.1007/s10344-014-0845-9>

PTV Transport Consult GmbH (2013) Erreichbarkeit von Leistungen im Bildungs- und Gesundheitswesen von Arbeitsplätzen in der Modellregion Oberlausitz- Niederschlesien. PTV Transport Consult GmbH, Dresden

Quevedo M, Echegaray J, Fernández-Gil A, et al (2019) Lethal management may hinder population recovery in Iberian wolves. *Biodivers Conserv* 28:415–432. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1668-x>

Reinhardt I, Kaczensky P, Knauer F, et al (2015) Monitoring von Wolf , Luchs und Bär in Deutschland. Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn

Reinhardt I, Kluth G (2007) Leben mit Wölfen: Leitfaden für den Umgang mit einer konflikträchtigen Tierart in Deutschland. Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn

- Reinhardt I, Kluth G, Nowak C, et al (2019) Military training areas facilitate the recolonization of wolves in Germany. *Conserv Lett* 12:1–7. <https://doi.org/10.1111/conl.12635>
- Reinhardt I, Kluth G, Nowak S, Mysłajek RW (2013) A review of wolf management in Poland and Germany with recommendations for future transboundary collaboration. Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn
- Rothman RJ, Mech LD (1979) Scent-marking in lone wolves and newly formed pairs. *Anim Behav* 27:750–760
- Scott AJ, Hosmer DW, Lemeshow S (1991) Applied Logistic Regression. *Biometrics* 47:1632. <https://doi.org/10.2307/2532419>
- Sittenthaler M, Schöll EM, Leeb C, et al (2021) Factors influencing genotyping success and genotyping error rate of Eurasian otter (*Lutra lutra*) faeces collected in temperate Central Europe. *Eur J Wildl Res* 67:2–13. <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01444-4>
- Sunde P, Collet S, Nowak C, et al (2021) Where have all the young wolves gone? Traffic and cryptic mortality create a wolf population sink in Denmark and northernmost Germany. *Conserv Lett* 14:1–10. <https://doi.org/10.1111/conl.12812>
- Šver L, Bielen A, Križan J, Gužvica G (2016) Camera traps on wildlife crossing structures as a tool in gray wolf (*Canis lupus*) management - five-years monitoring of wolf abundance trends in Croatia. *PLoS One* 11:1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156748>
- Taberlet P, Luikart G (1999) Non-invasive genetic sampling and individual identification. *Biol J Linn Soc* 68:41–55. <https://doi.org/10.1006/bijl.1999.0329>
- Vila C, Urios V, Castroviejo J (1994) Use of faeces for scent marking in Iberian wolves (*Canis lupus*). *Can J Zool* 72:374–377. <https://doi.org/10.1139/z94-053>
- Wood SN, Pya N, Säfken B (2016) Smoothing Parameter and Model Selection for General Smooth Models. *J Am Stat Assoc* 111:1548–1563. <https://doi.org/10.1080/01621459.2016.1180986>
- Zimmermann B, Nelson L, Wabakken P, et al (2014) Behavioral responses of wolves to roads: Scale-dependent ambivalence. *Behav Ecol* 25:1353–1364. <https://doi.org/10.1093/beheco/aru134>
- Zub K, Theuerkauf J, Jedrzejewski WJ, et al (2003) Wolf pack territory marking in the bialowieza primeval forest (Poldand). *Behaviour* 140:635–648

14 Anhang

14.1 Datenaufnahme Markierverhalten

Datum: _____ Territorium: _____

BearbeiterIn: _____

Exkursionsnummer: _____

Losung Zufallspunkt Nummer: _____

SCALP: _____ Genetik ja/nein _____

Koordinaten (x/y): _____

Qualität: _____

Platzierung

Rand	
Fahrspur	
Mitte	

Erhöht platziert? <small>(nur bei Losung)</small>	
Auffällige Struktur? <small>(nur bei Losung)</small>	
Deckung rechts <small>(1 nach 5 M., 2 nach 10 M., 3 weiter als 10 M.)</small>	
Deckung links <small>(1 nach 5M., 2 nach 10 M., 3 weiter als 10 M.)</small>	

Kreuzung	
----------	--

		Sichtbar?
Schotterweg		
Asphaltierter Weg/ Straße		

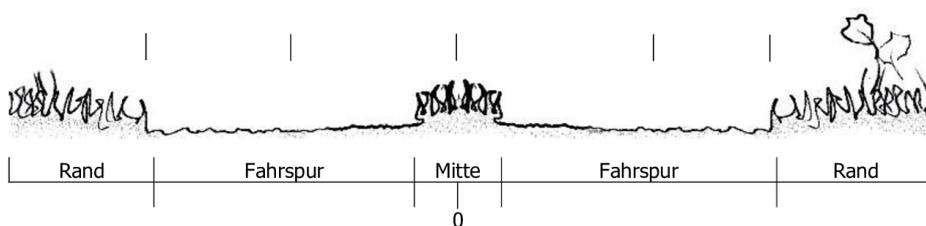
		Sichtbar?
Erdweg		
Brandschutzstreifen		

Kreuzung

Anzahl der Straßen an Kreuzung	
Insel (ja/nein)	

Insel Vegetationshöhe	
Bäume auf Insel (ja/nein)	

Vegetationshöhe (cm)



Maße (cm)

Fotos

Bei Zufallspunkten reicht ein Übersichtsbild.

Nahaufnahme mit Maßstab

Übersicht

Zusätzliches Übersichtsbild

Bemerkungen

14.2 Lösungsprotokoll Wolf

Monitoring Wolf - Losung

Endbewertung durch:		Territorium:	SCALP:
Ereignis:		Individuum/Tierart:	
Funddatum:		Finder / Melder:	
Tel:		Adresse / E-Mail:	
Bundesland:		nächstgelegener Ort:	
Landkreis:			
Koordinaten: /		(Koordinatensystem:)	
Nähere Ortsbeschreibung: (Flurname etc.)			Losungs-Nr.
Gelände: <input type="checkbox"/> Weg / Straße <input type="checkbox"/> im Wald <input type="checkbox"/> Wiese /Feld /Offenfläche <input type="checkbox"/> Hof / Garten <input type="checkbox"/> sonstiges:			
Platzierung: <input type="checkbox"/> Mitte des Weges <input type="checkbox"/> Fahrspur <input type="checkbox"/> Wegrand <input type="checkbox"/> abseits von Weg <input type="checkbox"/> Kreuzung <input type="checkbox"/> erhöht platziert, wo: <input type="checkbox"/> in Nähe von Wildtierkadaver <input type="checkbox"/> in Nähe von Nutztierkadaver			
Alter: <input type="checkbox"/> < 24 Stunden <input type="checkbox"/> 1 - 3 Tage <input type="checkbox"/> < 1 Woche <input type="checkbox"/> > 1 Woche <input type="checkbox"/> unbestimmt			
Länge (cm):		Durchmesser (cm):	wolfstypischer Geruch: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Losung enthält äußerlich sichtbar: <input type="checkbox"/> Haare <input type="checkbox"/> Knochenstücke / Schalen (Hufe) / Zähne			
Genetikprobe genommen: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		Genetiknummer:	
Bemerkungen:			
Fotodokumentation: <input type="checkbox"/> Nahaufnahme (mit Maßstab) <input type="checkbox"/> Lage in Landschaft <input type="checkbox"/> keine			
protokolliert am:		von:	