Universität für Bodenkultur Wien

Annäherungs- und Erkundungsverhalten von Wölfen (*Canis lupus*) gegenüber ausgewählten Weidezäunen

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science

im Rahmen des Studiums Wildtierökologie und Wildtiermanagement

Eingereicht von: Jasmin Anna KIRSCH
Matrikelnummer: 01541524

Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft (IWJ)
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

Betreuer:
Univ. Prof. Dr. Klaus Hackländer
Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

Co-Betreuer:
Prof. Dr. Carsten Dormann
Department für Biometrie und Umweltsystemanalyse
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Wien, März 2021

Universität für Bodenkultur Wien

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen genutzt habe als jene, die im Text und in der Literaturliste erwähnt werden. Ich erkläre weiters, dass alle Personen und Institutionen, die direkt oder indirekt bei der Erstellung der Arbeit geholfen haben, erwähnt sind und dass die Arbeit oder Teile davon an keiner anderen Institution als Abschlussarbeit eingereicht worden ist.

Datum	Unterschrift

Danksagung

Bester Dank gilt:

AGRIDEA: Insbesondere Daniel Mettler, Riccarda Lüthi sowie Daniela Hilfiker für die Organisation der zweiten Projektsphase und meiner Beauftragung mit der Masterarbeit, sowie des damit verbundenen Aufwands.

Den Betreuern der Masterarbeit: Univ. Prof. Dr. Klaus Hackländer und Prof. Dr. Carsten Dormann für die hilfreiche fachliche Beratung, die Anregungen und Geduld.

Rachel Dale, PhD, vom Messerli Forschungsinstitut für Vergleichende Kognitionsforschung, für unseren interessanten und lehrreichen Austausch über Verhaltensforschung an Wölfen.

Ich bedanke mich bei allen Partnern und Trägern des AGRIDEA Projektes, die in unterschiedlicher Weise unterstützend waren:

„Parc animalier de Sainte-Croix“, Rhodes: Jan Vermeer sowie Tierpflegerinnen und -pflegern für die Möglichkeit, die Versuche im Tierpark unter günstigen Bedingungen durchführen zu dürfen.

Der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA): Laura Huber-Eustachi, Micha Herdtfelder und weiteren Mitarbeiter-Innen für die liebenswerte Unterstützung während des Projektes.

Dem Umweltministerium Baden-Württemberg und dem Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Hessen für die gewährleistete finanzielle Unterstützung.

Jean-Marc Landry und Vincent Tolon, IPRA (Institut pour la Promotion et la Recherche sur les Animaux de protection des troupeaux) für die Zusammenarbeit in Projektphase 1, von der in der aktuellen Studie profitiert werden konnte.

Der Trägerschaft: CH-Wolf, WWF, Kanton Waadt und Gruppe Wolf Schweiz - für die finanzielle Unterstützung.

KORA: Für das zur Verfügung stellen von Fotofallen.

Eiderlandgeräte, insbesondere Otto Ewald: Für das zur Verfügung stellen von Zaunmaterial und Stromspannungsmessgeräten und die freundliche technische Einweisung.

Zu guter Letzt möchte ich mich herzlichst bei Familie und Freunden bedanken, die während der gesundheitlichen Hürden der letzten Jahre, in der die Arbeit entstand, eine große Unterstützung für mich waren.

Abstract

This thesis shall serve as basis for further research that might allow us to better understand wolves (*Canis lupus*) in order to further optimize the protection of grazing animals and thus work towards a low-conflict coexistence between humans and large carnivores. As it is rarely estimated so far, the observations shed light on approaching and exploration behavior of wolves towards a selection of fences used in livestock protection and evaluate possible deterrent effects of color, shape, height and electrification of the fences, as well as wolf strategies to cross the observed fence types. In the period from 05.09. to 18.11.2017, 5 test series were investigated in the french wildife park „Sainte-Croix“, in which three wolf packs were filmed in their enclosures under comparable conditions. Interactions with a two-strand fence and three different flock nets, each provided with meat baites, were logged using a behavioral catalog and statistically analyzed. Neither the tested blue-white two-strand fence (upper strand: 65 cm, lower strand: 25 cm), nor the three flock nets (black-white u. 106 cm; white u. 90 cm; blue-white u. 90 cm height) showed a significant deterrent effect on the investigated wolves. The animals got used to the fences‘ presence within 96 h and were daring to approach closely. Nevertheless any electrified fence was respected as a boundary. The surveys showed that the wolves, while exploring, focused the ground area of all fence types. Moreover, a non-electrified two-strand fence was undermined and thus passed by one of the packs. These results support the benefits of electrified fences with near-ground (< 20 cm height) or ground-guiding strands, or alternative means of securing the ground area against undermining, for practical application in livestock management. Wolves did not attempt to jump the two-strand fence, nor the flock nets, but comparisons between the packs indicated that lower fence systems (≤ 90 cm) could be explored more frequently above than in the ground area. To optimize the efficiency of electric fences and to minimize the possibility of jumping over small fences, it is reasonable to recommend either higher fences (≥ 105 cm) or additional over-climbing protection. There was no evidence that a blue-white flock net was more deterrent to wolves than a white flock net, although wolves can probably see in the blue wavelength range. Instead, a strong light-dark contrast, a high number of horizontal strands, and an overall narrower mesh width combined with an overall height of approximately 105 cm might be more relevant for a flock net. The results also provide evidence that wolves may lose interest in a fence if they fail to cross. For a stronger validity of the results, further behavioural research on wolves in the field would be preferable to assess herd protection fences. Appropriate field studies with verifiable video material of wolves in the vicinity of fenced grazing animals over an extended period of time would be especially interesting.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beleuchtet – als Grundlage für weitere Forschung auf dem Gebiet – Annäherungs- und Erkundungsverhalten von Wölfen (*Canis lupus*) gegenüber im Herdenschutz genutzten Zäunen und bewertet mögliche abschreckende Auswirkungen von Farbe, Form, Höhe, Elektrifizierung der Zäune sowie Strategien der Wölfe, um diese zu überwinden. Im Zeitraum vom 05.09. bis 18.11.2017 wurden im französischen Tierpark „Sainte-Croix“ 5 Versuchsreihen an drei Wolfsrudeln in ihren Gehegen durchgeführt. Dabei wurde unter vergleichbaren Bedingungen die Interaktion der Wölfe mit einem Zwei-Litzen-Zaun und drei unterschiedlichen Weidenetzen, hinter denen sich je ein Fleischköder befand, videografiert. Die Interaktionen wurden mittels eines Verhaltenskatalogs protokolliert und statistisch analysiert. Weder der getestete, blau-weiße Zwei-Litzen-Zaun (obere Litze: 65 cm, untere Litze: 25 cm), noch die drei Weidenetze (schwarz-weiß u. 106 cm; weiß u. 90 cm; blau-weiß u. 90 cm Höhe) zeigten optisch eine signifikant abschreckende Wirkung auf die untersuchten Wölfe. Die Tiere gewöhnten sich innerhalb von 96 h an ihre Anwesenheit und wagten sich nahe heran, doch wurde jeder Zaun, sofern er elektrifiziert war, als Grenze respektiert. Die Untersuchungen zeigten, dass der Bodenbereich aller Zauntypen bei ihrer Erkundung im Fokus der Wölfe stand. Der nicht-elektrifizierte Zwei-Litzen-Zaun wurde zudem bei einem der Rudel untergraben und dadurch passiert. Diese Ergebnisse untermauern die Vorzüge elektrifizierter Zäune mit bodennaher (< 20 cm Höhe) bzw. bodenführender Litze oder alternativen Sicherungen des Bodenbereiches gegen Untergrabungen, für die praktische Anwendung in der Weidetierhaltung. Die Wölfe versuchten weder den Zwei-Litzen-Zaun, noch die Weidenetze zu überspringen, doch zeigten Vergleiche zwischen den Rudeln, dass niedrigere Zaunsysteme (≤ 90 cm) häufiger oberhalb, als im Bodenbereich erkundet werden könnten. Um die Effizienz der Elektrozäune zu optimieren und die Möglichkeit des Überspringens zu minimieren, ist deshalb die Empfehlung von entweder höheren Zäunen (≥ 105 cm) oder einem zusätzlichen Überkletterschutz sinnvoll. Es gab keine Hinweise darauf, dass ein weiß-blaues Weidenetz abschreckender auf die Wölfe wirkte, als ein weißes Weidenetz, obwohl Wölfe wahrscheinlich im blauwelligen Bereich sehen können. Stattdessen weisen die Ergebnisse daraufhin, dass bei einem Weidenetz ein starker Hell-Dunkel-Kontrast, eine hohe Anzahl an waagerechten Litzen sowie eine insgesamt engere Maschenbreite in Kombination mit einer Gesamthöhe von ca. 105 cm relevanter ist. Die Resultate bieten ebenfalls einen Hinweis darauf, dass Wölfe das Interesse an einem Zaun verlieren können, wenn sie es nicht schaffen diesen zu überwinden. Für eine größere Aussagekraft der Ergebnisse wäre weitere Verhaltensforschung an Wölfen im Freiland zur Beurteilung von Herdenschutzzäunen wünschenswert.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung ***3***
Abstract ***4***
Zusammenfassung ***5***
Inhaltsverzeichnis ***6***
Einleitung **8**
Wölfe in Europa – ein kurzer Überblick 8
Die Wolfssituation in Deutschland, Schweiz und Österreich 10
Konfliktpotential in der Agrarwirtschaft 11
Schadenskompensation- und Prävention 14
Herdenschutz 16
Pilotprojekt „Verhalten von Wölfen gegenüber Zäunen 21
in der Landwirtschaft“ 21
Forschungsfragen und Hypothesen 24
Material und Methodik **29**
Versuchsareal 29
Untersuchte Rudel 31
Genutzte Zaunsysteme 39
Weitere Ausrüstung 44
Die Versuche 45
Versuchsaufbau 45
Versuchsreihen 48
Ablauf der Versuchsreihen 53
Verhaltensanalyse 55
Verhaltenskatalog 55
Vorgehensweise der Datenregistration 58
Statistik 59
Vorbereitung 59
Vorhersagen und statistische Modelle 60
Ergebnisse **64**
Seiteneffekt 64
Hypothesen 66
Protokoll der Zaunüberwindungen 74
Protokoll der Negativ-Erlebnisse am Zaun 77
Diskussion **78**

Zusammenfassende Antworten auf die Forschungsfragen....78
Validität der Verhaltensanalyse....79
Seiteneffekt....79
Einfluss der Zauntypen auf das Annäherungsverhalten....80
Einfluss der Zauntypen auf das Erkundungsverhalten....82
Präsenzzeiten am Zaun im Hinblick auf Überwindungen....83
Wolfsverhalten bei elektrifizierten und nicht-elektrifizierten Zäunen....85
Die Art und Weise von Zaunüberwindungen....86
Fazit....88
Literaturverzeichnis....92
Abbildungsverzeichnis....101
Tabellenverzeichnis....103
Anhang....105

Einleitung

Wölfe in Europa – ein kurzer Überblick

Der Wolf (*Canis lupus*) ist eine Spezies mit bewegter Vergangenheit und auch im 21. Jahrhundert polarisiert er wie kaum eine andere Art. Von den ersten dokumentierten Wolfsverfolgungen des frühen Mittelalters, über die annähernde Ausrottung im Mitteleuropa des 20. Jh, (Zimen, 2003, S. 17; Masius & Sprenger, 2012), bis hin zu aktuellen Fällen von illegaler Tötung (Liberg et al., 2012; López-Bao et al., 2015; Chapron & Treves, 2016; DBBW, 2021), war und ist der Wolf Zielscheibe von Intoleranz und Frustration. Jedoch sind auch positive Entwicklungen zu verzeichnen: So sind Wölfe seit 1979 in Anhang II der Berner Konvention (für alle europäischen und teilweise europaübergreifenden Staaten) und seit 1992 in Anhang II und IV der FFH-Richtlinie 92/43/EWG in der überwiegenden Zahl der Mitgliedsstaaten der europäischen Union gelistet. Dies bedeutet, dass der Wolf in den betreffenden Staaten eine „streng geschützte“ Tierart ist und u.a. nicht bejagt werden darf (Ausnahmen gemäß Artikel 16 FFH- Richtlinie). In Teilzonen Finnland’s (Rentierzuchtgebiete), Estland, Lettland, Litauen, Polen, der Slowakei, Bulgarien, Griechenland und dem nördlichen Teil Spaniens ist der Wolf in Anhang V als vor unkontrollierter Entnahme geschützte Art angeführt (in Finnland, Estland, Lettland, Litauen und Griechenland gibt es keine gleichzeitige Nennung in Anhang II). Es handelt sich auf EU-Ebene zudem um eine prioritäre Art, für deren Erhaltung die Gemeinschaft (und somit auch der entsprechende Mitgliedstaat) eine besondere Verantwortung trägt. Wolfsmanagementpläne der jeweiligen Mitgliedsstaaten sollen hierbei wegweisend für die Umsetzung von Schutzzielen sein. Der Artenschutz scheint Wirkung zu zeigen: Der IUCN Redlist Status der europäischen Wölfe lautet im Jahr 2018 „nicht gefährdet“ („least concern“) (Boitani, 2018). Wolfspopulationen existieren heutzutage wieder in allen Ländern Europas (Abb. 1, S. 9), ausgenommen der Beneluxstaaten, Dänemark und den Inselstaaten (Irland, Island, Vereinigtes Königreich, Zypern, Malta) (Chapron et al., 2014; LCIE, 2021). Sie werden basierend auf ihrer geographischen Verteilung und wegen sozialer, ökologischer und politischer Faktoren in folgende 9 Populationen unterteilt (Kaczensky et al., 2013; LCIE, 2021): Die Iberische, (Sierra Morena), Alpine, Italienische, Karpatische, Dinariden-Balkan, Baltische, Karelische, Skandinavische, sowie die Mitteleuropäische Flachlandpopulation. Trotz positiver Entwicklungen muss differenziert werden: Die Wolfspopulationen Europas leben teilweise isoliert voneinander und obwohl der Gesamtbestand nicht mehr als gefährdet gilt, so trifft dies nicht zwingend auf einzelne Populationen zu. Ein Beispiel hierfür ist die spanischen Sierra Morena Population, die 2015 nur noch aus einem Rudel bestand, wohingegen 1988 zwischen 6 und 10 Rudel festgestellt wurden (López-Bao et al., 2015). Seit 2019 gilt die Sierra Morena Population als

„ausgestorben“ („extinct“) (LCIE, 2021). Die genetische Untersuchung eines der letzten Sierra Morena Wölfe (welcher überfahren wurde) zeigte ein hohes Level von Inzucht und einen verarmten Genpool mit großen Anteilen von Hybridisierung mit Hunden, resultierend durch die lange Isolation (Gómez-Sánchez et al., 2018). Nicht nur geographische Isolation, sondern auch rechtswidrige Verfolgung und Tötung in Folge von Konflikten mit Teilen der spanischen Jagdgesellschaft scheinen dazu geführt zu haben, dass sich die Populationsgröße seit den 1980er Jahren nicht nur nicht erhöhte, sondern stattdessen weiter verkleinerte (López-Bao et al., 2015). Nach López-Bao et al. (2015) ist die Sierra Morena Population beispielhaft dafür, wie die erfolgreiche Umsetzung von Artenschutzgesetzen auf lange Sicht zum Scheitern verurteilt ist, wenn die Durchsetzungskraft der Gesetze nicht konsequent gestärkt wird. Die künftigen Entwicklungen der Wolfsbestände sind also weiterhin abhängig von politischen Entscheidungen - und es bedarf fundierter Forschung der europäischen Wolfspopulationen, um diese Entscheidungen im Sinne des Artenschutzes zu beeinflussen. Dieser Artenschutz sollte jedoch im besten Falle kein „Gegeneinander“, sondern ein „Miteinander“ der Stakeholder zum Ziel haben, wie die Folgekapitel verdeutlichen sollen.

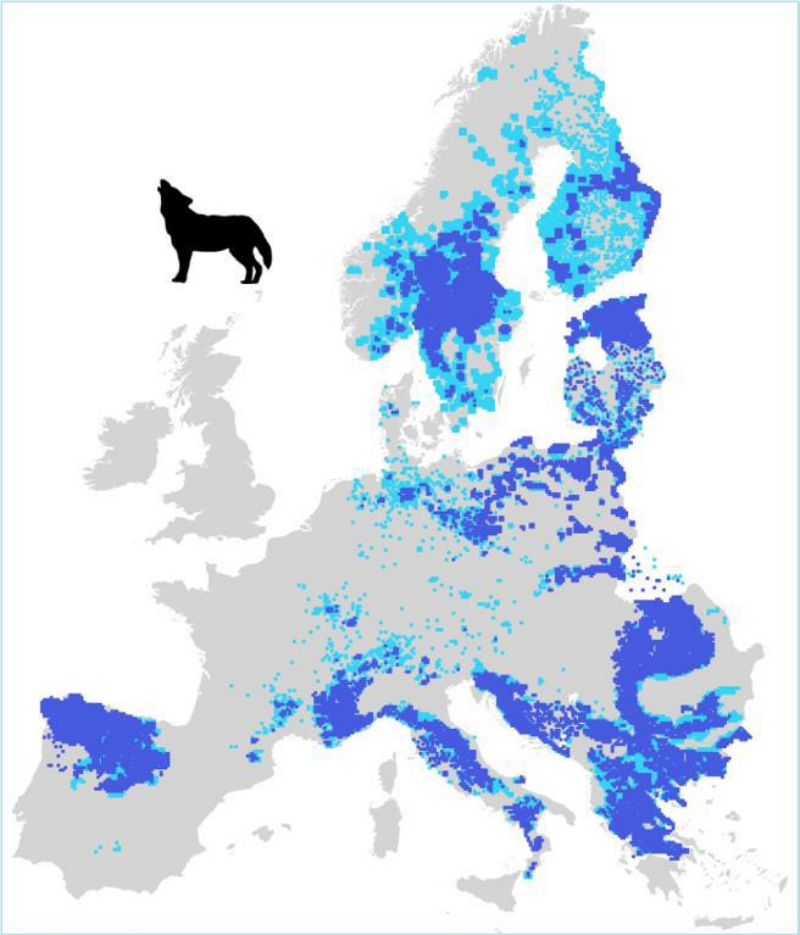


Abbildung 1: Verbreitungsgebiete des Wolfes in Europa 2012 – 2016. Dunkelblau: Regelmäßiges Vorkommen, hellblau: Unregelmäßiges Vorkommen. (© Large Carnivore Initiative for Europe, www.lcie.org).

Die Wolfssituation in Deutschland, Schweiz und Österreich

Im deutschsprachigen Raum leben, nach Stand des Monitoringjahres 2019/2020, 139 offiziell bestätigte Rudel mit steigender Tendenz (Details siehe Tab.1). Der Hauptanteil kommt mit 128 Rudeln in Deutschland vor (Territorien in Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein u. Thüringen) (DBBW, 2021). 8 Rudel existieren in der Schweiz (Calanda, Beverin u. Val Gronda in Graubünden, Ringelspitz in St. Gallen, Morobbia-Gebiet im Tessin, in Mittelwallis, Chablais in Waadt/Wallis u. Marchairuz in Waadt) (KORA, 2021) und drei Rudel in Österreich (Truppenübungsplatz Allensteig, Gutenbrunn u. Harmanschlag in Niederösterreich) (ÖZ, 2021). Nach Wotschikowsky (2014) ließe sich die Zahl der geschlechtsreifen Tiere einer Population approximativ ermitteln, indem man die Zahl der Rudel mit 3 multiplizieren würde (die beiden Elterntiere + 1/3 geschlechtsreife Tiere, die allein oder als Paare leben). Nach dieser Rechnung könnten zum jetzigen Zeitpunkt in Deutschland schätzungsweise 384 geschlechtsreife Individuen leben. Die Anzahl der in der Schweiz vorkommenden Individuen wird auf 77, in Österreich auf etwa 30 - 35 geschätzt (Tab. 1). Die durchschnittliche, jährliche Wachstumsrate der in Deutschland vorkommenden Teilpopulation des mitteleuropäischen Flachlandes beträgt laut Weirich (2017) 28,6% für die Jahre 11/12-15/16 (Populationszahlen des DBBW). Die Wachstumsraten der Schweizer und österreichischen Teilpopulationen sind nach derzeitigem Kenntnisstand noch unbekannt.

Tabelle 1: Zahlen-Details zum Wolfsvorkommen im deutschsprachigen Raum, Monitoringjahr 2019/2020.

	Rudel	Paare	Einzeltiere	adulte Individuen	Quellen
Deutschland	128	35	10	*(nach Wotschikowsy-Rechnung, s.o.: 384)*	DBBW (2021)
Schweiz	8	n.n.	77	77	KORA (2021)
Österreich	3	n.n.	n.n.	Ca. 30 - 35	ÖZ (2021)

Konfliktpotential in der Agrarwirtschaft

Durch die insgesamt wieder zunehmenden Wolfspopulationen in Europa seit den 1990er Jahren und insbesondere in Ländern wie Deutschland, der Schweiz und Österreich, in denen Wölfe bis zu diesem Zeitpunkt seit ca. 130 - 150 Jahren als ausgerottet galten (Zimen, 2003), müssen weiterhin effektive Konfliktlösungen etabliert und ergänzt werden, um auftretender Angst und Frustration innerhalb der Bevölkerung entgegenzuwirken. Die Prävention von Verlusten in der Agrarwirtschaft ist einer von mehreren wichtigen Themenbereichen - denn der Wolf verursacht Schäden an Weidetieren, hauptsächlich an Schafen und Ziegen (Kaczensky, 1996, 1999; DBBW 2020). Eine von Wagner et al. (2012) durchgeführte Nahrungsanalyse, für die Wolfs-Kotproben während aller Jahreszeiten von April 2001 bis März 2009 in Deutschland gesammelt und untersucht wurden (insgesamt 1890 Proben), ergab, dass die Nahrungszusammensetzung dieser Wölfe zu 96% aus wilden Ungulaten bestand. Die dominierende Beute schien hierbei Reh *(Capreolus capreolus)* zu sein (55,3%), gefolgt von Rothirsch *(Cervus elaphus)* und Wildschwein *(Sus scrofa).* Als zweithäufigste Beutegruppe ergaben sich Leporiden (2,9%). Nutztiere machten lediglich 0,6% der aufgenommenen Biomasse aus. Hierbei sollte beachtet werden, dass die Nahrungszusammensetzung von Wölfen u.a. davon abhängig ist, welche Beutetiere in welchen Populationsdichten in der betrachteten Region vorhanden sind, aber auch davon, wie hoch der betreffende Jagdaufwand für die Beutegreifer ist, denn Wölfe sind Opportunisten und passen sich gegebenen Nahrungsverfügbarkeiten bestens an (Mech & Boitani, 2003). So sind unzureichend geschützte Weidetiere wie Schafe, Ziegen sowie Jungtiere von Rindern und Pferden leicht zu erlegende Beute:

Die Anzahl der getöteten Nutztiere scheint in Deutschland bisher mit zunehmender Anzahl der Wölfe zu steigen, im Jahr 2019 wurden bei 128 existierenden Wolfsrudeln ca. 2900 Nutztiere getötet, durchschnittlich 3,6 Tiere pro Wolfsübergriff (siehe Abb. 2, S. 12) (DBBW, 2020). In der Schweiz wurden im Jahr 2019 bei einer Anzahl von 8 Wolfsrudeln 420 Nutztiere als Wolfsrisse identifiziert (KORA, 2021), wobei in dem dokumentierten Zeitraum von 1999 bis 2019 (Abb. 3, S. 13), anders als in Deutschland, beinahe jährlich Schwankungen in der Anzahl der getöteten Nutztiere zu beobachten sind, anstatt einer konstanten Steigerung. Österreich hatte 2016 mit dem ersten ansässigen Wolfsrudel ca. 35 Nutztierschäden zu verzeichnen (Abb. 4, S.13).

Der DBBW (2020) nimmt an, dass Wölfe durch wiederholten Beuteerfolg an nicht ausreichend geschützten Weidetieren lernen, dass diese eine einfache Beute darstellen, und später gezielt nach Schafen und Ziegen suchen. Die meisten Übergriffe von Wölfen auf Nutztiere gibt es zudem, nach dem DBBW (2020), dort, wo Wölfe sich in neuen Territorien etablieren und die Nutztierhalter sich noch nicht auf deren Anwesenheit eingestellt haben. Die Schäden scheinen in diesen Gebieten nach ein, zwei Jahren zurückzugehen, wenn die

Tierhalter gelernt haben, mit der Anwesenheit von Wölfen umzugehen und entsprechende Maßnahmen in Form von Herdenschutz (siehe Kapitel *Herdenschutz*, S. 16) zu ergreifen. Es gibt jedoch auch Nutztierhalter, für die die Anwesenheit von Wölfen (und der dadurch resultierende erhöhte Arbeits- und finanzielle Aufwand zum Schutz der Weidetiere), einen potentiellen Grund darstellt die Nutztierhaltung aufzugeben (Hackländer et al., 2019). Für manche Almbauern waren diese Hürden bereits Anlass, ihre Tätigkeit niederzulegen (Landwirte im Nebenverdienst mit kleineren Schafherden bis zu 30 Tieren; K. Hackländer, persönliche Kommunikation, 9. März 2021). Nach Hackländer (2020) werden sich Viehhalter in Regionen, wie im Flach- oder Hügelland, in denen Nutztiere mit vergleichsweise geringem Aufwand effektiv geschützt werden können, mit Wölfen künftig gut arrangieren. Anders sieht Hackländer (2020) die Situation im Gebirge, wo Almwirtschaft beinahe flächendeckend von ungeschützten Nutztierbeständen geprägt ist (beispielsweise in Österreich mit jährlich rund 460 000 gealpten Nutztieren von ca. einem Viertel der Österreichischen Betriebe). So sollen in der Schweiz bisher etwa 84 % der durch Wölfe verursachten Nutztierrisse auf Almen stattgefunden haben (Hinterseer et al., 2019). Für Almwirtschaften besteht somit die Befürchtung, dass die Hürden eines effektiven Herdenschutzes nicht bewältigt werden könnten und somit die (auch ohne Präsenz von Beutegreifern) bestehende Entwicklung von Almauflösungen beschleunigt werden könnte (Hackländer et al., 2019). Ein Resultat daraus wäre u.a. weniger extensive, artgerechte Nutztierhaltung. Die beiden Folgekapitel „Schadenskompensation- und Prävention“ (S.14) und „Herdenschutz“ (S. 16) behandeln gegenwärtige Lösungsstrategien.

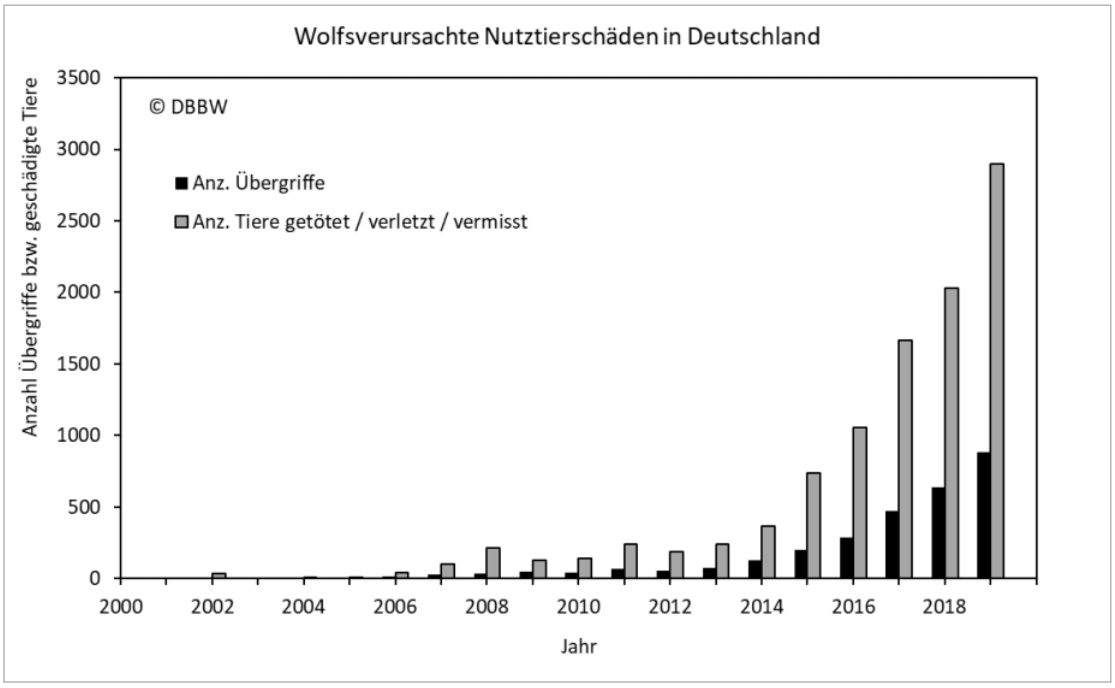


Abbildung 2: Entwicklung der wolfsverursachten Nutztierschäden in Deutschland von 2000 bis 2019 © DBBW Dokumentations- und Beratungsstelle des Bundes zum Thema Wolf.

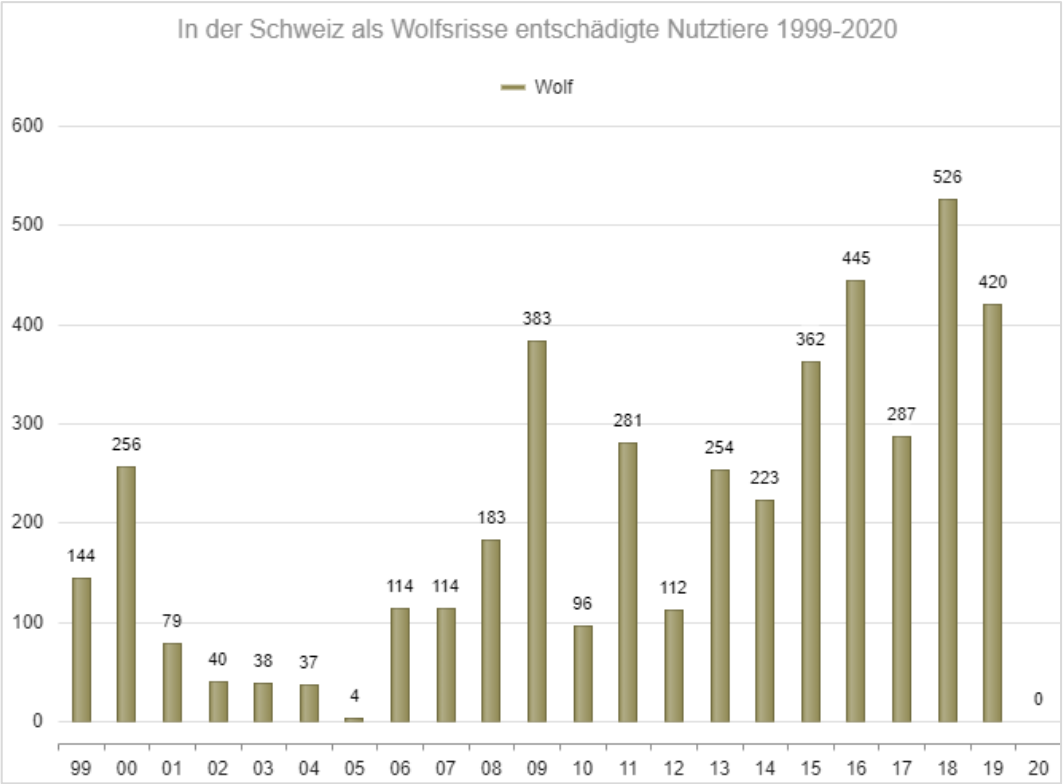


Abbildung 3: Entwicklung der wolfsverursachten Nutztierschäden in der Schweiz von 1999 bis 2019 (GRIDS) © KORA.

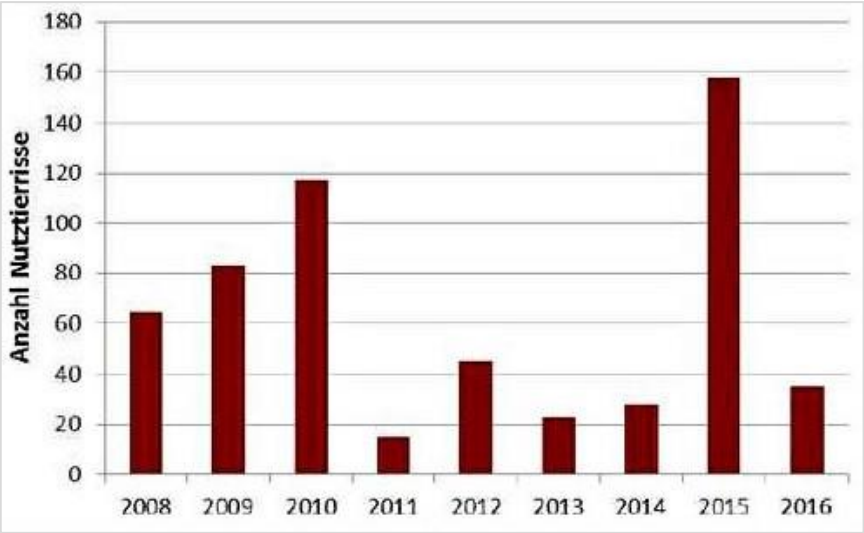


Abbildung 4: Entwicklung der wolfsverursachten Nutztierschäden in Österreich von 2008 bis 2016 © Georg Rauer.

Schadenskompensation- und Prävention

In allen Ländern der EU (mit Ausnahme der baltischen Länder) gibt es staatliche Kompensationsregelungen bei von Wölfen verursachten Schäden, wobei als Voraussetzung für Entschädigungszahlungen für Nutztiere fast ausnahmslos gilt, dass im Vorfeld geeignete Schutzmaßnahmen angewendet worden sind (Reinhardt & Kluth, 2007). In der Regel sollen dann 100 % des Marktwertes des getöteten Tieres entschädigt werden. Reinhardt und Kluth (2007) erwähnen jedoch auch, dass zusätzliche Zahlungen für weitere mit dem Verlust verbundene Einkommensausfälle oder den durch Schutzmaßnahmen erhöhten Arbeitsaufwand nicht die Regel sind.

Im Gegensatz zu Kompensationsregelungen sind die Förderungen von Präventionsmaßnahmen in Europa laut der DBBW (2020) seltener. Die konkreten Vorgehensweisen variieren zwischen den Mitgliedstaaten (oder auch innerhalb der Staaten) und sind Teil der jeweiligen Wolfsmanagementpläne.

Von den EU-Kommissaren für Agrar- und Umwelt, Phil Hogan und Karmenu Vella, wurde in einem Brief an die Agrar- und Umweltminister vom 11. Februar 2019 eine intensive Förderung des Herdenschutzes der Mitgliedsstaaten gefordert (Awater-Esper, 2019): Eine wirksame finanzielle Unterstützung von Tierhaltern sei „verfügbar und möglich“ sowohl über den EU-Fonds für Ländliche Entwicklung (ELER) als auch über das EU Umwelt- und Klimaschutzprogramm LIFE. Die Förderung der Anschaffung von wolfsabweisenden Zäunen und Herdenschutzhunden sei zu 100 % über den ELER möglich, und auch Arbeitskosten für den Erhalt von Schutzzäunen seien förderfähig, damit die Beweidung in Wolfsgebieten aufrechterhalten wird.

Um in Deutschland die Akzeptanz gegenüber Wölfen zu fördern und von ihnen verursachte finanzielle Schäden für Nutztierhalter zu reduzieren, wurden von den jeweiligen Bundesländern mit Wolfspräsenz finanzielle Mittel bereitgestellt. Diese sollen nicht nur bereits bestehende Schäden, sondern auch Präventivmaßnahmen in Form von Herdenschutz (siehe *Herdenschutz*, S. 16) mitfinanzieren (BfN - Bundesamt für Naturschutz, 2019). Die beispielsweise 2019 vom Staat geleisteten Schadenausgleichzahlungen betrugen 418.246 Euro und Ausgaben für Herdenschutzmaßnahmen 8.038.110 Euro (DBBW, 2020).

Bei der Finanzierung von Schäden handelt es sich laut des BfN (2019) um keinen Rechtsanspruch, sondern um sogenannte Billigkeitsleistungen der einzelnen Bundesländer. Die Präventivmaßnahmen zum Schutz von Schafen, Ziegen und Wild sollen mit bis zu 100 % der Nettokosten gefördert werden (DBBW, 2020), wobei es zwischen den Bundesländern „erhebliche“ Unterschiede zwischen förderfähigen Maßnahmen und der Höhe der Fördersätze gibt (aid - aid Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V., 2016, S. 39). Die Förderung der Präventivmaßnahmen ist zudem

häufig nur in ausgewiesenen Wolfsgebieten möglich und eine Höchstförderrate beschränkt sich auf drei Jahre (aid 2016, S. 39).
In der Schweiz wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) ein Budget von jährlich 2,4 Millionen Franken (ca. 2.118.260 Euro) für Herdenschutzmaßnahmen in von Großraubtieren wiederbesiedelten Gebieten eingeplant, dessen Verwendung nach Richtlinien des BAFU geregelt wird. Diese Gelder werden von der nationalen Koordinationsstelle für Herdenschutz Schweiz bei AGRIDEA verwaltet. Die Entschädigungszahlungen für Raubtierrisse verwaltet das BAFU in Zusammenarbeit mit den kantonalen Jagdverwaltungen, es entscheiden also die Kantone über eine effektive Entschädigung und deren Höhe. Das BAFU beteiligt sich rückwirkend und anteilsmäßig an den Kosten der Kantone (Art. 13 Abs. 4 JSG), wobei dieser Anteil bei Schäden durch Bär, Wolf, Goldschakal oder Luchs 80% der effektiven Kosten beträgt, sofern der Kanton die Restkosten übernimmt (Art. 10 Abs. 1 JSV).
In Österreich wird die sogenannte „Schadensabgeltung“ derzeit bundeslandabhängig und zum Großteil über Versicherungen gehandhabt (mit Landesregierung als Träger), wobei bei zunehmenden Wolfsschäden neue Modelle angestrebt werden sollen (Koordinierungsstelle für den Braunbären, Luchs und Wolf – KOST, 2012). Sind aufgrund der Haltungsbedingungen von Weidevieh und der Anwesenheit von Wölfen Schäden zu erwarten, soll geprüft werden, welche Maßnahmen der Schadensprävention diese potenziellen Schäden verhindern können. Der betroffene Landwirt soll in diesem Fall entsprechend durch kompetente Stellen beraten werden (z.B. ÖBSZ - Österreichischen Bundesverband für Schafe und Ziegen), wobei die empfohlenen Maßnahmen von öffentlichen Geldern im erforderlichen Ausmaß finanziert werden sollen (KOST, 2012). Das neu gegründete Österreichzentrum für Bär, Wolf, Luchs (ÖZ) übernimmt seit 2019 Aufgaben der früheren Koordinierungsstelle für den Braunbären, Luchs und Wolf und ist u.a. in LIFEstockProtect, ein internationales, von der EU kofinanziertes Projekt involviert, welches sich für die Umsetzung von Herdenschutzmaßnahmen (in Österreich, Bayern und Südtirol) einsetzt (ÖZ, 2019). Aktuelle "Grundlagen und Empfehlungen für ein Wolfsmanagement in Österreich" befinden sich derzeit in Bearbeitung (K. Hackländer, persönliche Kommunikation, 9. März 2021).

Im Schadensfall ist die Vorgehensweise in Deutschland, Schweiz und Österreich ähnlich (KOST, 2012; aid, 2016; BAFU, 2016; DBBW, 2020): Wenn ein Nutztier verletzt oder getötet wurde, muss der Vorfall schnellstmöglich der zuständigen Behörde gemeldet werden. Durch diese wird eine Prüfung durch Fachpersonal veranlasst, bei der bewertet wird, ob der Schaden durch Wölfe zustande kam und ob der vorgegebene Mindestschutz des betreffenden Wolfsgebietes erfüllt wurde. Auf Basis dieser Beurteilung erfolgt die

Entschädigung nach den jeweiligen Wolfsmanagementplänen. In der Schweiz werden auch ungeschützte Schafe entschädigt.

Herdenschutz

Es existieren verschiedene Möglichkeiten des Herdenschutzes, die sich entweder auf internationale Erfahrungen stützen oder experimenteller Natur sind (Reinhardt et al., 2012). Eine Auswahl von Herdenschutzmaßnahmen bietet Tabelle 2 und soll eine Vorstellung zu generellen Möglichkeiten liefern. Staatlich gefördert werden bisher Zaunsysteme, welche sich zum Schutz vor Wölfen bewährt haben (siehe S. 17) und zum Teil Herdenschutzhunde, abhängig von den jeweiligen Wolfsmanagementplänen (aid, 2016, S. 39).

Tabelle 2: Auswahl möglicher Formen von Herdenschutzmaßnahmen vor Wölfen (Reinhardt et al. 2012, aid 2016, S. 81 - 83, Faß 2018 S. 189 – 350).

Herdenschutzmaßnahmen
▪ Bezäunung nach offiziellen Empfehlungen bzw. vorgegebenen Mindestschutz in den betreffenden Wolfsgebieten ▪ Speziell angefertigte, elektrische Herdenschutzzäune ▪ Einsatz von Herdenschutztieren (z.B. Hunde, Esel und Lamas) ▪ Verbesserung bereits bestehender Zaunsysteme (z.B. mit Überkletterschutz oder Untergrabungsschutz; optischen, akustischen oder olfaktorischen Mitteln) ▪ Gemischte Herden, “Flerds” (z.B. Schafe mit Rindern) ▪ Vergrämung der Wölfe durch Gummigeschosse

Die Eignung der gelisteten Maßnahmen soll an dieser Stelle nicht bewertet werden, da sicherlich weiterer Forschungsbedarf besteht. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz von Lamas als Herdenschutztiere: Diese werden vor allem in den USA und in Australien erfolgreich zum Schutz der Schafherden vor Kojoten, Dingos und streunenden Hunden eingesetzt (und zeigen scheinbar auch Wirkung gegen Bären und Pumas, Markham et al., 1993)[1], doch ihre Schutzwirkung ist bei Großraubtieren wie Wölfen nicht wissenschaftlich untersucht (Hilfiker et al., 2015). Ferner erscheint es sinnvoll die umliegenden Gegebenheiten (beispielweise Bodenbeschaffenheit, Vegetation, menschlicher Einfluss etc.) einer zu schützenden Herde individuell zu bewerten, ehe man eine spezielle Herdenschutzmaßnahme in Erwägung zieht. So gelten beispielsweise Herdenschutzhunde als eine effektive Hilfe gegen Wolfsübergriffe, doch können u.a. Konflikte mit Menschen (und ihren Hunden) nicht gänzlich ausgeschlossen werden, wenn die Herdenschutzhunde sich oder ihre Herde

[1] Nach Markham et al. (1993) werden Lamas zwar von amerikanischen Viehzüchtern für die Eliminierung oder Reduktion von Verlusten durch Großräuber wie Bären und Pumas gelobt, doch könnten manche Prädatoren für Lamas zu groß oder zu aggressiv sein.

bedroht fühlen (Feldmann & Herzog, 2018). Auch könnten freilaufende Herdenschutzhunde theoretisch einen Einfluss auf vorhandene Wildtierpopulationen ausüben, wenn sie einen Jagdtrieb entwickeln, wie u.a. Fälle in Chile zeigen (Sepúlveda et al., 2014). Diese Beispiele sollen keine allgemeinen Ausschlusskriterien darstellen, sondern implizieren, dass jegliche Herdenschutzmaßnahme ihre Eigenheiten besitzt und daher mit Bedacht gehandhabt werden muss.

Nichts desto trotz existieren nach dem „Bericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit zur Lebensweise, zum Status und zum Management des Wolfes (*Canis lupus*) in Deutschland“ (2015) (der sich auf Reinhardt et al., 2010 stützt) folgende als geeignet betrachtete Empfehlungen (Tab. 3), die sich auf den Schutz kleiner Nutztiere wie Schafe und Ziegen beziehen:

Tabelle 3: Herdenschutzempfehlungen für kleine Nutztiere wie Schafe und Ziegen (Reinhardt et al., 2010).

Herdenschutzmaßnahme	Empfehlung
Nicht elektrischer Zaun	Für kleinräumigen Einsatz (Hobbyhalter) mit Untergrabungsschutz, mind. 120 cm hoch, besser 140 cm
Wildgatterzaun	Im Wolfs/Bärengebiet mit Untergrabungsschutz, nach Luchs/Bärenübergriffen mit Überstiegsschutz
Lappenzaun	Als kurzfristige Sofortmaßnahme nach Wolfsübergriffen
Permanente E-Zäune	5 Drähte: 20, 40, 60, 90, 120 cm Bodenabstand
E-Netzzaun	verstärkte Längsstreben; bei alleinigem Einsatz mind. 106 cm
E-Litzenzaun	5 Litzen: 20, 40, 60, 90, 120 cm
Herdenschutzhunde	mind. 2 erwachsene Hunde pro Herde
Behirtung	In Gebieten mit frei weidenden Schafen (z.B. Alpen) flankierend zu anderen Herdenschutzmaßnahmen (Herdenschutzhunde und Nachtpferche)

Was Zaunsysteme, welche im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit näher betrachtet werden sollen, als Herdenschutzmaßnahme betrifft, gibt der aid (2016) folgende Kriterien für „wolfssichere“ Zäune an:

- Lückenloser und bodenbündiger Abschluss
- Ausreichender Abstand zu Böschungen o. ähnlichen Einsprunghilfen
- Tägliche Kontrolle auf Schwachstellen und deren zeitnahe Behebung
- Betrieb von Elektrozäunen nie ohne Stromversorgung
- Feste Weidezäune (Maschendraht oder Drahknotengeflecht, durschschlupfsicher):
  - Höhen zwischen 120 u. 140 cm
  - Fest verspannter Bodenabschluss (auch elektrifiziert) als Unterwühlschutz
  - Erhöhung der Zaunoberkante beispielsweise mit Flatterband oder Breitbandlitze gegen Überspringen
  - Eingraben des Zaunes (mind. 40 cm tief) oder ausgelegtes, fixiertes Drahtgeflecht vor Zaun (mind. 1 m breit mit Erdankern)
- Mobile Netzzäune (Elektrozaunnetze):
  - Höhen zwischen 90 u. 110 cm
  - Unterste stromführende Litze nicht mehr als 20 cm über Boden entfernt gegen Untergraben
  - Stromführung mind. 2 000 Volt., Entladeenergie mind. 1 Joule
  - Einziehen senkrechter Kunststoffstreben ins Netz für bessere Sichtbarkeit und daher mehr Abschreckung

Es scheint Wölfe zu geben, die Schwachstellen von Zaunsystemen ausnutzen bzw. erlernen Schutzmaßnahmen zu überwinden, die beispielsweise in vielen Bundesländern Deutschlands im Rahmen der erwähnten Wolfmanagementpläne als Mindestschutz vorgeschrieben sind (DBBW, 2020; Faß et al., 2016). Nach einer Studie von Van Liere und Dwyer (2013), in der Zusammenhänge zwischen Charakteristika der Schafhaltung und Wolfsübergiffen in Slowenien untersucht wurden, gaben manche Nutztierhalter an, Wölfe beobachtet zu haben, welche über 145 cm hohe Zäune sprangen. So scheinen selbst 140 cm hohe Zäune nicht in jedem Fall ausreichend zu sein, um Wölfe abzuhalten. Eine Höhe von 150 cm wurde bei der Untersuchung von mobilen Elektrozäunen sowohl von Mertens et al. (2002), als auch Cortés (2007) als effektiver Schutz erachtet. Wam et al. (2004) beobachteten, dass ein 100 cm hoher Maschendrahtzaun ein ausreichender Schutz gegen Wölfe sein konnte, nachdem er auf 160 cm erhöht und elektrifiziert wurde.

Ein Mindestschutz (z.B. ein 90 cm hoher Elektrozaun) muss von Nutztierhaltern in Deutschland und Österreich eingehalten werden, um im Schadensfall Ausgleichszahlungen zu erhalten (siehe *Schadenskompensation und Prävention*, S. 14) und ist als ein Kompromiss zwischen der Schutzwirkung gegenüber Wölfen und „traditionellen" Zaunsystemen (die ursprünglich nicht auf Schutz vor Prädatoren, sondern als Ausbruchsschutz der Nutztiere ausgelegt sind) zu verstehen (BfN, 2019). Die Anforderungen an den Mindestschutz sind daher meist geringer als an Schutzmaßnahmen, die für eine sichere Weidetierhaltung empfohlen werden (DBBW, 2020; aid, 2016, S. 80). Nutzierhalter müssen sich somit mit der Frage befassen, ob eine Investition in Herdenschutzmaßnahmen für sie in Frage kommt und wenn ja, in welchem Ausmaß.

Die in der Nutztierhaltung verwendeten Zaunsysteme sind vielfältig und variieren in der Art der Installation, der Materialien, Formen und Farben (Faß, 2018 S. 222 – 249; aid, 2016, S. 80). Tabelle 4 zeigt eine Übersicht von in der Nutzierhaltung verwendeten Zaunkategorien. Da es kein einziges umfassendes Gesetz für die Weidesicherheit und die Beschaffenheit von Weidezaunanlagen gibt, sind einzelne Vorschriften zu beachten (Beispiel Deutschland: DIN-Vorschriften, ankerkannte Empfehlungen u. technische Regeln zum Weidezaunbau), wobei diese keine technischen Details liefern (aid, 2016, S. 5). Über die Art und Höhe des Zaunes entscheidet daher der Tierhalter. „Je nach Anforderung des Terrains und Weidetierart sowie weiteren Bedingungen, können verschiedenen Zaunsysteme angewendet werden" (L. Huber-Eustachi, FVA Baden-Württemberg, persönliche Kommunikation, 18.10.2018). Festzuhalten ist, dass unterschiedliche Erfahrungswerte und Einschätzungen zur Effizienz von Weidezäunen existieren (Cortés, 2007; Van Liere & Dwyer, 2013; Mertens et al., 2002; Reinhardt et al., 2010; Wam et al., 2004), doch weshalb überwinden manche Wölfe ein bestimmtes Zaunsystem und andere scheinbar nicht? Hier könnte es nützlich sein den Fokus auf die konkreten Verhaltensweisen von Wölfen bezüglich Interaktionen mit Zäunen zu lenken, wie im nächsten Kapitel erläutert werden soll.

Tabelle 4: Übersicht von in der Nutztierhaltung verwendeten Zaunkategorien (aid, 2016; Faß, 2018, S. 222 - 249).

Zaunkategorie	Installationsarten	Materialien	Form	Farben
Stabil-, bzw. Festzäune	▪ feststehend	▪ Metall ▪ Holz	▪ Geflecht ▪ Maschen ▪ Stabbewehrungsmatte ▪ Bewehrungsmatte ▪ Latten	Variabel
Elektrozäune	▪ feststehend ▪ mobil	▪ Kunststoffgeflecht mit Stromleitern (Kupfer, Edelstahl, etc.)	▪ Litze/ Draht ▪ Netz	Variabel
Mischzäune	▪ feststehend ▪ mobil	Variabel mit: ▪ Metall ▪ Kunststoffgeflecht mit Stromleitern ▪ Holz	Variabel mit: ▪ Geflecht ▪ Litze/Draht ▪ Netz ▪ Lappen	Variabel
Sonderzäune	▪ Mobil	▪ Kunststoff (mit oder ohne Stromleitern) ▪ Seil ▪ Reflektierband	▪ Lappen	Variabel

Pilotprojekt „Verhalten von Wölfen gegenüber Zäunen in der Landwirtschaft“

Bei der vorliegenden Masterarbeit handelt es sich um eine Folgestudie des Pilotprojekts „Verhalten von Wölfen gegenüber Zäunen in der Landwirtschaft“, welche von Riccarda Lüthi und Daniela Hilfiker (AGRIDEA) in Zusammenarbeit mit Jean-Marc Landry und Vincent Tolon des französischen Instituts für die Interessen und Erforschung von geschützten Wildtieren (IPRA = Institut pour la Promotion et la Recherche sur les Animaux) entstand. Ausschlaggebend für dieses Pilotprojekt war, dass sich bisherige Untersuchungen zu Weidezäunen, die in der Weidetierhaltung zum Einsatz kommen, vor allem auf deren Schutz-Effizienz fokussierten, also darauf, ob es während der Nutzung von unterschiedlichen Zaunsystemen wie Elektro-Weidenetzen (u.a. Cortés, 2007; Van Liere & Dwyer, 2013; Wam et al., 2004) oder Lappenzäunen (u.a. David-Nelson & Gehring, 2010; Musiani & Visalberghi, 2001), zu von Wölfen verursachte Schäden an Weidetieren kam. Weitestgehend unerforscht war zu diesem Zeitpunkt, wie Wölfe Zäune überwinden bzw. wie sie sich ihnen gegenüber generell verhalten, bevor es zu Übergängen kommt. So waren bisher vereinzelte Beobachtungen von Wölfen bei Zaunübertritten, sowie dokumentierte Indizien wie Fellreste oder Grabspuren an Zäunen bekannt (Reinhardt et al., 2012; Van Liere & Dwyer, 2013; Faß et al., 2016). Es gab jedoch keine wissenschaftlichen Versuchsreihen, bei denen verifizierbares Videomaterial von Wölfen bei Zaunübergängen vorlag (Lüthi et al., 2016).

Um das Verhalten von Wölfen gegenüber Zäunen und den Ablauf von Zaunüberwindungen genauer zu verstehen, führten Lüthi et al. (2016) erstmals von Oktober bis Dezember 2015 Versuche an einem Polarwolf- *(Canis l. arctos*) und einem eurasischen Wolfsrudel (*Canis l. lupus*) des Tierparks Sainte-Croix in Rhodes, Frankreich, durch. Hierbei filmten sie das Verhalten der Wölfe in Bezug auf elektrifizierte, weiße Zwei-Litzen-Zäune in zwei unterschiedlichen Höhen (Erster Durchgang: Obere Litze 65, untere L. 25 cm; Zweiter Durchgang: Obere L.: 80, untere L. 35 cm) und ein elektrifiziertes, orangefarbenes Weidenetz (Höhe: 90 cm) (Abb. 5).

Abbildung 5: Eurasischer Wolf gräbt vor einem Zwei-Litzen-Zaun, in Anwesenheit eines zweiten Individuums (links). Polarwolf beschnuppert den Boden vor dem orangefarbenen Weidenetz (rechts) © Lüthi et al. (2016).

In dieser ersten Projektphase sollten vorwiegend Möglichkeiten der Versuchsdurchführung ausgelotet und Einsichten in Verhaltensmuster der Wölfe erlangt werden, ohne dass statistische Signifikanzen geprüft wurden.

Dabei wurden folgende Beobachtungen gemacht:

- Die Mehrheit der Wölfe passierte keinen Zaun (eurasisches Wolfsrudel: kein Individuum, Polarwolfrudel: Mindestens zwei Individuen).
- Ein korrekt aufgestellter Zaun wurde nicht übersprungen, auch dann nicht, wenn die oberste Litze auf einer Höhe von nur 65 Zentimetern gespannt war.
- Mit einer unteren Litze auf einer Höhe von 25 Zentimetern, konnte das Unten-Durchschlüpfen der Wölfe bei beiden Rudeln vermieden werden.
- Der Zaun mit den erhöhten Litzen auf 35 und 80 Zentimeter, wurde vorwiegend untendurch passiert. Ein Individuum passierte diesen Zaun zwischen den Litzen (nach Berühren der oberen Litze mit der Schnauze und möglichem Stromschlag)
- Individuen, die den Zaun passierten, wurden stets von anderen Wölfen beobachtet. Eine direkte Nachahmung wurde nicht beobachtet.
- Während die Wölfe den Zaun erkundeten, hielten sie den Kopf meist auf Schulterhöhe oder niedriger.
- Nach einer erstmaligen Kontaktaufnahme zum Zaun wurde das Verhalten der Wölfe im Verlauf des Experiments scheinbar selbstsicherer.
- Das Verhalten der beiden Rudel schien sich zu unterscheiden: Das eurasische Wolfsrudel näherte sich den Zäunen scheinbar vorsichtiger und hielt größeren Abstand. Das Polarwolfrudel schien die Zäune häufiger und selbstsicherer zu erkunden.
- Bei beiden Rudeln schien die Anwesenheitsfrequenz an den Zäunen abzunehmen, sofern diese nicht passiert wurden. Bei dem erfolgreich passierten Zwei-Litzen-Zaun (untere Litze auf 35 Zentimeter), wurde die umgekehrte Tendenz beobachtet (dieses Experiment wurde ausschließlich bei den Polarwölfen durchgeführt).
- In beiden Rudeln schien die Anwesenheitsfrequenz von mind. einem Leittier an den Zäunen, im Vergleich zu dem restlichen Rudel, am höchsten zu sein (Siku, Weibchen, Polarwolfrudel und Aron, Männchen, eurasisches Wolfsrudel).

Auch in Phase II des Projekts wurde im Rahmen dieser Masterarbeit mit Gehegewölfen des Tierparks Sainte-Croix gearbeitet. Um eine Vergleichbarkeit zu Projektphase I zu ermöglichen, wurde der Versuchsaufbau und -ablauf zudem ähnlich beibehalten, jedoch wo möglich optimiert bzw. erweitert. Zu diesem Zweck wurden im Zeitraum vom 05.09.2017 bis 18.11.2017 im Wechsel vier unterschiedliche Zauntypen[2] bei drei Wolfsrudeln getestet,

[2] A) Zwei-Litzen-Zaun in blau-weiß, Höhe: 65 u. 25 bzw. 35 cm
B) Weidezaunnetz in schwarz-weiß, Höhe: 106 cm
C) Weidenetz in weiß, Höhe: 90 cm
D) Weidenetz in blau-weiß, Höhe: 90 cm

um das Verhalten der Tiere per Überwachungskameras und Fotofallen aufzuzeichnen und anschließend statistisch auszuwerten. Diese Resultate sollen vertiefte Kenntnisse darüber liefern, wie sich Wölfe verhalten, wenn sie sich einem bestimmten Zaunsystem nähern, unter welchen Bedingungen und ob, bzw. auf welche Weise sie dieses überwinden können. So sollen für die Weidetierhaltung weitere praxisrelevante Erkenntnisse gewonnen werden: Zum einen zur Risikobewertung von traditionellen und neuen, speziell entwickelten Schutz-Zäunen, zum anderen als Voraussetzung um Zaunsysteme bei Bedarf abzuändern bzw. zu verstärken, damit sie von Wölfen möglichst gut als Grenze respektiert werden.

Durch die Anpassungsfähigkeit und Vielseitigkeit des Wolfsverhaltens erscheint es sinnvoll, unseren derzeitigen Wissensstand zu vertiefen, wenn nicht sogar zu hinterfragen, anstatt Gefahr zu laufen, persönliche Erfahrungen als unumstößlich zu erachten. Andernfalls könnte man sich der Chance berauben, neue Möglichkeiten und konstruktive Änderungen zum Schutz der Nutztiere zu entwickeln, die somit zu einem konfliktärmeren Zusammenleben mit Großraubtieren wie des Wolfes beitragen könnten. Die behandelten Forschungsfragen des Folgekapitels sollen hierzu einen Beitrag leisten.

Forschungsfragen und Hypothesen

a) Auf welche Art und Weise nähern sich die Wölfe den unterschiedlichen Zauntypen?

b) Wie sehen die zeitliche Abfolge und Frequenz der Annäherungen im direkten Zaunbereich aus?

Diese ersten beiden Fragen sind insofern relevant, da man nicht im Detail weiß, inwiefern Zäune bereits visuell abschreckend[3] auf Wölfe wirken. Weidenetze müssten aufgrund ihrer dichteren Struktur aus der Distanz generell besser für die Wölfe erkennbar sein als ein einfacher Zwei-Litzen-Zaun, aber wirkt dieser Faktor auch abschreckender? Spielen, wenn Weidenetze untereinander verglichen werden, bestimmte Farbkontraste eine Rolle? Die Netzhaut des Wolfauges besteht wahrscheinlich, ähnlich wie bei Hunden (*Canis lupus familiaris*), neben lichtsensitiven Stäbchen, aus zwei verschieden Farbrezeptoren: Blau- und grünempfindlichen Zapfen, mit einer hohen Sensitivität bei 429 nm im blauwelligen, bzw. 555 nm im grünwelligen Bereich des Farbspektrums (Jacobs et al., 1993). Wölfe sehen daher vermutlich tagsüber vor allem im Blaubereich und weniger im Rot-Grünbereich (Mech & Boitani, 2003). Es gibt jedoch auch Vermutungen, dass Wölfe Rot und Gelb farblich unterscheiden könnten (Asa & Mech, 1995). Dank der in der Netzhaut in hoher Dichte vorkommenden Stäbchen verfügen Wölfe über eine gute Sicht in der Dämmerung, wobei hier hauptsächlich Hell-Dunkel-Kontraste bei der Orientierung von Bedeutung zu sein scheinen. Mech und Boitani (2003) vermuten beispielsweise, dass die Kontrastwahrnehmung bei Nacht eine Rolle bei der visuellen Kommunikation zwischen Rudelmitgliedern spielt, welche durch die weißen Gesichtsmasken vieler Wölfe zu Stande kommen könnte. Aufgrund der speziellen Farbwahrnehmung könnte es beispielsweise möglich sein, dass ein blau-weißes Weidenetz einen abschreckenderen Einfluss erzielt, als ein komplett weißes, blaues oder orangefarbenes Weidenetz.

In der Pilotstudie von Lüthi et al. (2016) verhielt sich das eurasische Wolfsrudel generell „vorsichtiger“[4] im Zaunbereich als das Rudel der Polarwölfe, wobei beide Rudel im Verlauf eines Versuches tendenziell „selbstsicherer“ wurden. Tendenzielle Unterschiede im Verhalten der Tiere bezüglich des Weidenetzes und der Zwei-Litzen-Zäune wurden dabei nur in geringem Maße festgestellt, dies vor allem in Bezug auf die Kopfstellung der Wölfe (Lüthi et al., 2016, S. 15).

So schien das eurasische Wolfsrudel während des „Erkundungsverhaltens“ am Zaun eher den oberen Bereich der Weidenetze zu untersuchen, bei dem Zwei-Litzen-Zaun hingegen

[3] Gemeint ist in dem Fall, dass Wölfe Abstand wahren, den Zaun nicht überwinden, sich vorsichtig verhalten.

[4] Definitionen von in Anführungszeichen stehenden Begriffen bzw. Verhaltensweisen sind aufgrund einer besseren Übersicht im Methodikteil (S. 55) gelistet.

vorwiegend den unteren Bereich. Die Polarwölfe zeigten in der Hinsicht kein unterschiedliches Verhalten gegenüber den Zauntypen.
Im Verlauf eines einzelnen Versuches, bei dem es zu keinem Überwinden des jeweiligen Zaunes kam, hielten sich die Rudel tendenziell immer seltener in dessen Bereich auf, ihr Interesse am Zaun schien abzunehmen. Als es bei den Polarwölfen zu Übergängen an Zäunen kam, war Gegenteiliges der Fall: Die Anwesenheitsfrequenz am Zaun nahm nach den Zaundurchgängen zu. Daraus ließe sich schließen, dass ein erfolgreiches Überwinden des Zaunes einen motivierenden Einfluss auf das gesamte Rudel ausüben könnte, sich erneut mit dem Zaun zu befassen.
Aufgrund der Wolfsphysiologie und der verschiedenen Vorbeobachtungen von Lüthi et al. (2016) werden folgende 7 Hypothesen zu den ersten beiden Forschungsfragen aufgestellt:

H1: Alle getesteten Zauntypen haben zunächst eine abschreckende Wirkung auf die jeweiligen Rudel, welche jedoch im Verlauf eines Versuchs abnimmt („Gewöhnungseffekt“).

H2: Die Weidenetze haben eine abschreckendere Wirkung auf die Wölfe als der Zwei-Litzen-Zaun.

H3: Die abschreckende Wirkung der einzelnen Weidenetze ist unterschiedlich stark ausgeprägt.

H4: Bei dem Zwei-Litzen-Zaun „erkunden“ die Wölfe den Bodenbereich häufiger als den mittleren oder oberen Teil des Zaunes.

H5: Bei den Weidenetzen „erkunden“ die Wölfe häufiger den oberen Teil, als den mittleren oder unteren Bereich.

H6: Sofern es zu keinem erfolgreichen Überwinden des Zaunes kommt, verkürzt sich die Präsenzzeit der Wölfe im Zaunbereich im Verlauf der 4 Versuchstage.

H7: Nach einem erfolgreichen Überwinden des Zaunes verlängert sich die Präsenzzeit der Wölfe im Zaunbereich im Verlauf der 4 Versuchstage.

c) Unterscheidet sich das Verhalten der Wölfe gegenüber nicht-elektrifizierten und elektrifizierten Zäunen?

Studien weisen auf die Sensitivität unterschiedlicher Tierarten gegenüber elektrischen Magnetfeldern hin (Solov'yov et al., 2010), welche zur Orientierung genutzt werden (Weisse, 2014). Für diese als „Magnetorezeption" (Weisse, 2014) bezeichnete Fähigkeit scheint das Rezeptormolekül Cytochrom 1a eine Rolle als „magnetischer Kompass" zu spielen, welches Nießner et al. (2016) beispielsweise in der Netzhaut von Hunde-, Marder-, Bären- und Katzenartigen nachweisen konnten. Hierbei wurde Cytochrom 1a in der Familie der Caniden unter anderem beim Wolf festgestellt. Manche Wölfe legen auf ihren Wanderungen hunderte von Kilometern zurück und finden dennoch in ihr ursprüngliches Geburts-Territorium zurück (Merril & Mech, 2000). Die Magnetrezeption könnte, neben visuellen und olfaktorischen Aspekten, eine Erklärung dafür sein und darüber hinaus vermuten lassen, dass Wölfe generell über eine ausgeprägte Sinneswahrnehmung hinsichtlich Elektrizität verfügen (da ein elektrischer Strom ein Magnetfeld erzeugt).
Auch könnten die Wölfe auf einen als „Knacken" wahrnehmbaren Ton des Stromes im Zaun reagieren, welcher ebenfalls für Menschen hörbar ist. Man geht davon aus, dass das auditorische System von Hunden mit einem Hörbereich von 67 Hz bis 45 kHz (bei 60 dB) ähnlich ausgeprägt ist wie bei Wölfen (Mech & Boitani, 2003). Die Überschneidung zum menschlichen Hörvermögen liegt also in dem Frequenzbereich von 67 Hz bis 18 kHz (die Hörbreite des Menschen liegt bei 60 dB zwischen 20 Hz und 18 kHz).

Sollten diese Vorüberlegungen zutreffen, könnte es sein, dass Wölfe zwischen elektrifizierten und nicht-elektrifizierten Zäunen zu unterscheiden wissen, bzw. Bereiche eines Zaunes erkennen, durch die (beispielweise aufgrund eines Schadens) kein Strom fließt. Diese Bereiche könnten sie somit als mögliche Schwachstellen des Zaunes identifizieren, und ihre Versuche, den Zaun zu überwinden, auf diese Stellen konzentrieren. Aufgrund dieser Überlegung wird folgende Hypothese aufgestellt:

H8: Die generellen Verhaltensweisen der Wölfe, insbesondere ihr „Erkundungsverhalten", sind gegenüber einem elektrifizierten Zwei-Litzen-Zaun häufiger „vorsichtig", als bei einem nicht elektrifizierten Zwei-Litzenzaun. Die Wölfe halten sich generell länger vor dem nicht-elektrifizierten Zwei-Litzen-Zaun auf und erkunden diesen länger, sowie aus näherer Distanz.

d) Welche Strategien entwickelt ein Wolf, um das jeweilige Zaunsystem zu überwinden? Versucht er ein Weidenetz zu untergraben oder bei einem Litzensystem zwischen den Litzen hindurch zu gelangen? Springt er über eine definierte Zaunhöhe?

In einer Studie von Van Liere & Dwyer (2013), in der Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften von slowenischen Schäfereien und Wolfsattacken untersucht wurden, gaben zwei Hirten an, je einen Wolf dabei beobachtet zu haben, wie er einen Elektro-Weidenetz mit einer Höhe von 145 cm übersprang. Auch in Deutschland gab es vereinzelte Beobachtungen, bei denen Wölfe über Weidenetze gesprungen sein sollen. Ferner ist in der Analyse von Faß et al. (2016) über dokumentierte Wolfsübergriffen auf Nutztiere zwischen 2014 und 2016 in vier niedersächsischen Landkreisen, von einer speziellen Fähe die Rede (die sogenannte „Goldenstedter Wölfin“), welche in mehr als ein Dutzend Fällen die Zaunbarrieren durch Überspringen oder Überklettern überwunden haben soll[5] (nach Einschätzung der involvierten Wolfsberater). Zwischen Überspringen und Überklettern konnte hier nicht differenziert werden[6]. Bei den Zäunen die übersprungen bzw. überklettert wurden, handelte es sich hauptsächlich um Festinstallationen aus Metallgeflecht (der Höchste zwischen 150 u. 180 cm) und zwei 105 cm hohe, elektrifizierte Weidenetze (eines der Weidenetze mit zusätzlichem Flatterband auf einer Höhe von ca. 135-140 cm). Es sind also Fälle von Wolfsindividuen bekannt, in denen Weidenetze bzw. Metallgeflechte oberhalb des Zaunes überwunden wurden. In einer Studie von Reinhardt et al. (2012) heißt es, dass Reinhardt und Kluth über unveröffentlichte Daten verfügen würden, welche implizieren, dass Wölfe hauptsächlich versuchen, unter Zäunen hindurchzukriechen oder diese zu untergraben - und nur wenige Individuen lernen würden, über Zäune zu springen. Sie beziehen sich dabei jedoch nicht auf die Art oder Höhe des Zaunes.

Beobachtungen im Wolfcenter Dörverden zeigten indes, dass die untersuchten Wölfe immer wieder getestete Zäune untergruben um darunter hindurch zu gelangen (Faß, 2018, S. 229). Hierbei geht Faß (2018) zwar nicht im Detail auf alle verwendeten Zäuntypen ein, doch wurden die Beobachtungen des Untergrabens in jedem Fall bei einem Zaun mit Repellant Tapes (ähnlich einem Lappenzaun, Faß, 2018, S. 157 - 158) und einem aus mehreren Litzen bestehenden Zaun gemacht (Abbildung Faß, 2018, S. 229).

Diese Beispiele zeigen, dass Wölfe theoretisch dazu fähig sind, Zäune sowohl oberhalb, als auch unterhalb zu passieren. Vom anatomischen Gesichtspunkt aus betrachtet, ist der Brustkorb eines Wolfes mit einer Brustkorbhöhe[7] von etwa 30 cm, die breiteste Stelle seines

---

[5] Hierbei war ein Mindestschutz nur 2x vollständig errichtet

[6] In zwei Fällen konnte Wolfshaar im oberen Bereich der Zäune nachgewiesen werden und ein weiteres Mal wurden im Zaunbereich entsprechende Spuren im Schnee entdeckt. Für die weiteren Überwindungen schien es den Wolfsberatern zur Folge keine andere Möglichkeit für einen Wolf gegeben zu haben, als den Zaun zu überspringen/überklettern.

[7] Gemessen von Oberkante Rückgrat bis zur Unterkante Brustbein, unter Berücksichtigung von zusätzlichen Gewebeschichten.

Körpers (Faß, 2018, S. 228), weshalb er außerdem dazu in der Lage sein sollte, durch einen Litzen-Zaun mit Abständen von mehr als 30 cm zwischen die Litzen zu schlüpfen. Doch ob die Art und Weise der Zaunüberwindungen vom Wolfsindividuum oder vom Zauntyp selbst abhängen könnte, ist empirisch nicht geklärt. Während der Versuche von Lüthi et al. (2016) sprang kein Wolf über einen korrekt[8] aufgestellten Zaun (weder Weidenetz noch Litzenzaun). Zweimal sprang ein Wolf in das 90 cm hohe Weidenetz und wurde durch die Elastizität des Netzes auf die andere Seite „geschleudert". Weitere Übergänge gab es über das anschließend am Boden liegende Weidenetz, welches übersprungen wurde.

Bei einem Zwei-Litzen-Zaun (obere Litze: 65, untere: 25 cm), kam es während der Versuchszeit zunächst zu keinen Übergängen.

Als jedoch die beiden Litzen erhöht wurden, (obere Litze: 80, untere 35 cm) sprang ein Wolf einmalig zwischen den beiden Litzen hindurch. Weitere 9 Übergänge erfolgten im selben Versuch unter der untersten Litze. Wegen der obigen Annahmen von Reinhardt et al. (2012) und Faß (2018), dass Wölfe Zäune hauptsächlich unterhalb passieren und der Beobachtungen von Lüthi et al. (2016) wurden daher drei Hypothesen aufgestellt:

H9: Sollte ein Zwei-Litzen-Zaun, bei dem die obere Litze auf 65 cm und die untere auf 25 cm Höhe gespannt ist, von den Wölfen passiert werden, dann hauptsächlich unter der untersten Litze hindurch.

H10: Sollte ein Weidenetz von den Wölfen erfolgreich passiert werden, wird dies nicht hauptsächlich geschehen, indem die Tiere es überspringen.

H11: Sollte Ein Zwei-Litzen-Zaun, bei dem die obere Litze auf 65 cm und die untere Litze auf der linken und der rechten Seite auf 25 cm sowie im mittleren Bereich auf 35 cm nach oben versetzt gespannt ist, von den Wölfen passiert werden, dann hauptsächlich unter der erhöhten (35 cm) Litze („Fehlerversuch").

[8] Ein korrekt aufgestellter Zaun weist nach dem aid (2016) beim Spannen ein Verhältnis von Zugkraft und belasteter Querschnittsfläche (die sogenannte „mechanische Spannung") von max. 500 Newton pro Quadratmillimeter auf. Die Litzen des Zaunes hängen beim Spannen nicht locker durch, die Pfähle sind gerade u. stabil im Boden verankert. Der Stromfluss durch den Zaun wird nicht durch hereinragende Gegenstände o. Vegetation abgeleitet. Der Zaun kann nicht durch nebenstehende Erhöhungen übersprungen oder durch Vertiefungen im Boden unterwandert werden.

Material und Methodik

Versuchsareal

Der 1980 auf einer Fläche von 120 ha errichtete Tierpark Sainte-Croix (Parc animalier de Sainte-Croix) in Rhodes, Frankreich, beherbergt 130 Tierarten, darunter ein Rudel Polarwölfe*,* zwei Rudel eurasischer Wölfe, ein Rudel Mackenzie-Wölfe (*Canis l. occidentalis),* sowie ein Timberwolfrudel (*Canis l. lycaon*).

Die Wolfsgehege sind zwischen 1400 und 8700 m^2 groß und abwechslungsreich mit Bäumen, Sträuchern, Felsen, Höhlen, Wiesen und Wasserstellen strukturiert, wobei es den Tieren ermöglicht wird, sich den Augen der Besucher zu entziehen und in ruhigere Rückzugszonen zu begeben (Abb. 6 bis 8). Die Gehege selbst sind mit einem ca. 4 m hohen Maschendrahtzaun, inklusive Überkletterschutz, also einem nach innen gerichtetem Zaunabschnitt im obersten Bereich, umgeben. Der Bodenbereich des Maschendrahtzauns ist als Untergrabschutz mit einem unter Strom gesetzten Metalldraht (0,3 kV) versehen.

Abbildung 6: Bildausschnitt aus dem Gehege des Polarwolfrudels.

Abbildung 7: Bildausschnitt aus dem Gehege des „kleinen“ eurasischen Wolfrudels.

Abbildung 8: Bildausschnitt aus dem Gehege des „großen“ eurasischen Wolfrudels.

Untersuchte Rudel

Die drei Rudel wurden nach Absprache mit der Tierärztin des Tierparks und der Tierpflegeleitung gewählt. Berücksichtigt wurde hierbei die Gesundheit der Tiere, das Stresslevel[9] innerhalb des Rudels bzw. mögliches Konfliktpotential und eine vergleichbare Rudelstruktur.

Da das Verhalten jedes einzelnen Rudelmitgliedes ermittelt werden sollte, mussten die Individuen optisch sicher auseinandergehalten werden. Hierzu wurden die Tiere bereits im Vorfeld der Versuche beobachtet und während der Erläuterungen der Tierpfleger gefilmt und fotografiert. Die markantesten phänotypischen Merkmale zur Unterscheidung der Individuen sind in den Tabellen 5 bis 7 vermerkt.

- Rudel 1: Polarwölfe, 6 Individuen

Das Polarwolfrudel (Tab. 5, S. 32) bestand aus Geschwistertieren eines Wurfes ohne etablierte Rangfolge. 2017 konnte vermehrt dominantes Verhalten von Siut und Milak gegenüber den anderen Rudelmitgliedern beobachtet werden. Zwischen den Fähen kam es oftmals zu Konflikten, wobei Aniu Gaia stark dominierte. Diese zeigte sich stets unterwürfig. Besonders Siut fiel durch sein vorsichtiges Verhalten Menschen gegenüber auf, wobei er sich meist im hinteren Bereich des Geheges aufhielt. Aniu und Crios hingegen zeigten sich oftmals interessiert an menschlicher Anwesenheit und näherten sich bis auf wenige Meter an den besetzten Beobachtungsposten heran.

An dem Rudel wurden bereits 2015 in Projektphase I Zaunsysteme getestet (mit abweichender Familienstruktur).

[9] Zur Beurteilung des Stresslevels der Wölfe, wurden die sozialen Interaktionen beobachtet, um beispielsweise aggressives Verhalten ausmachen zu können, u.a. während Fütterungen. Zudem wurden optische Anzeichen von Konflikten, wie Bissspuren, dokumentiert.

Tabelle 5: Phänotypische Merkmale des Polarwolfrudels.

Name, Geschlecht u. Geburtsjahr	Phänotypische Merkmale
Aniu ♀, 2014	▪ Mehrere kleine Narben auf Schnauze ▪ Komplett weiß bis auf schwach ausgeprägten, gräulichen Fleck auf Rute
Crios ♂, 2014	▪ Längliche, leicht gebogene Schnauze ▪ Linke Flanke mit schwach ausgeprägtem, gräulichem Streifen am Rückenbereich ▪ Rechte Flanke komplett weiß ▪ Schwach gräulicher Fleck auf Rute
Gaia ♀, 2014	▪ Beide Flanken mit stark ausgeprägtem, gräulichen Streifen
Milak ♂, 2014	▪ Narbe zwischen Augen (rechtsseitig) ▪ Grauer Rücken ohne Streifen auf Flanken ▪ Wunde auf linker Schulter ▪ Grauer Fleck auf Rute

Siut ♂, 2014

- Linkes Ohr eingeknickt
- Linke Flanke mit gräulichem Streifen
- Rechte Flanke mit schwach ausgeprägtem gräulichem Streifen
- Grauer Fleck auf Rute

Thorgal ♂, 2014

- Leicht orangefarbener Rücken
- Narbe am linken Auge
- Grauer Fleck auf Rute

- Rudel 2: Eurasische Wölfe, 5 Individuen

Das „kleine“ eurasische Rudel (Tab. 6) bestand aus Leitrüden Aron und seinen Nachkommen. Während der Beobachtungsphase 2017 fiel auf, dass Aron und Cerbère häufig Seite an Seite oder dicht aufeinander folgend (meist Cerbère hinter Aron) das Terrain innerhalb des Geheges umkreisten. Teilweise schien es, als würde Aron von Cerbère dominiert werden, doch schien die Beziehung insgesamt friedlich. Aufgrund von Arons Alter könnte es sein, das Cerbère auf Dauer die Position des Leitrüden übernehmen wird, da sich die restlichen Rudelmitglieder ihm gegenüber meist unterwürfig verhielten. Das Rudel reagierte insgesamt scheu auf menschliche Anwesenheit und zog sich stets in den hinteren Bereich des Geheges zurück. Nur Aron und Cerbère näherten sich teilweise dem besetzten Beobachtungsposten. Kaum zu beobachten war Ana, die den vorsichtigsten Eindruck von allen Rudelmitgliedern vermittelte. Es wurden jedoch hauptsächlich Konflikte zwischen ihr und den anderen beobachtet, bei denen sie durch das Gehege gejagt und teilweise verbissen wurde. An dem Rudel wurden bereits 2015 in Projektphase I Zaunsysteme getestet (mit abweichender Familienstruktur).

Tabelle 6: Phänotypische Merkmale des "kleinen" eurasischen Wolfrudels.

Name, Geschlecht u. Geburtsjahr	Phänotypische Merkmale
Aron ♂, 2005	▪ Kräftiger Rumpf mit rundlichem Bauch, insgesamt stämmig wirkend ▪ Ohrenspitzen leicht nach vorne neigend ▪ Fell altersbedingt struppig
Ana ♀, 2010	▪ Insgesamt zierlich wirkend ▪ Schramme am rechten Vorderlauf ▪ Auffällig helle Zeichnung oberhalb der Vorderläufe

Cerbère ♂, 2012

- Rechtes Auge fehlend
- Kräftiger Rumpf, insgesamt athletisch wirkend

Chaussette ♀, 2012

- Etwas kräftiger gebaut als Ana, jedoch zierlicher als Cheyenne

Cheyenne ♂, 2012

- Insgesamt etwas schlanker, hochbeiniger als Cerbère

- Rudel 3: Eurasische Wölfe, 13 Individuen

Das „große“ eurasische Rudel (Tab. 7) bestand zu Beginn der Versuchsphase 2017 aus den beiden Elterntieren Iris und Éclipse und ihren Nachkommen aus dem Jahr 2016 sowie 2017. Die Fähe verstarb leider während der ersten Versuchsreihe in der Nacht vom 23.09.2017 auf den 24.09.2017 aufgrund einer Magenverdrehung. Während der weiteren Versuchszeit wurden jedoch keine Veränderungen im Verhalten zwischen den Rudelmitgliedern festgestellt. Die Beziehungen schienen friedlich, wobei keine klar ersichtliche Rangfolge unter den Geschwistertieren beobachtet wurde. Éclipse fiel durch ein eher nervöses und gegenüber Menschen sehr scheues Verhalten auf, wobei sie sich meist in den hinteren Bereich des Geheges zurückzog. Das gesamte Rudel schien insgesamt scheuer als das Polarwolfrudel zu sein, die Fähen im stärkeren Ausmaß als die Rüden. Von den Rüden waren es vorwiegend das Vatertier Iris und Gépéto, die den ersten Schritt in Richtung der Beobachter wagten. Gump und Gaou blieben meist etwas dahinter zurück, Gump tendierte bei Verunsicherung zu stoßweisem „Droh-Bellen“. An diesem Rudel wurden 2017 in vorliegender Studie erstmalig Zaunsysteme getestet.

Tabelle 7: Phänotypische Merkmale des "großen" eurasischen Wolfrudels.

Name, Geschlecht u. Geburtsjahr	Phänotypische Merkmale
Éclipse ♀, 2013	▪ Insgesamt bräunlicher und drahtiger als Töchter ▪ Kein heller Schulterriemen ▪ Sattelfleck nicht klar abgezeichnet und hell ▪ Kein Wangenfleck ▪ Rute im Vergleich zu Töchtern dünner ▪ Humpelt (beim normalen Gehen oder Trotten kaum bemerkbar)
Iris ♂, 2013	▪ Insgesamt dunkler Rücken ▪ Rotbrauner Nacken ▪ Kein Wangenfleck

Gaby ♀, 2016

- Starke Ähnlichkeit mit Griotte, aber dunklere Augen
- Dunkler Sattelfleck
- Mit Wangenfleck

Gaou ♂, 2016

- Dunkelste Gesichtsmaske
- Heller Rücken mit kleinem Sattelfleck

Gépéto ♂, 2016

- Gesicht umrandet mit leichter „Mähne“
- Hellste Fellfärbung von Rüden
- Kleiner Sattelfleck

Gommette ♀, 2016

- Heller Schulterriemen
- Scharf umrissener Sattelfleck
- Kein Wangenfleck
- „Aalstrich“ seitlich des Rutenansatzes

Griotte ♀, 2016

- Starke Ähnlichkeit mit Gaby, aber hellere, gräuliche Augen
- Sattelfleck auf rechter Seite länger als bei Gaby
- Mit Wangenfleck

Gump ♂, 2016

- Kräftigster Habitus
- Auffällig breiter Schädel
- Heller Rücken mit kleinem Sattelfleck

5 Welpen, Geschlechter undef., 2017

Die Welpen konnten während der Versuchsphase nicht sicher auseinandergehalten werden und wurden daher in der Analyse nicht als einzelne Individuen aufgeführt

Genutzte Zaunsysteme

Die folgenden, getesteten Elektrozäune sind für den Schutz von kleineren Nutztieren wie Schafe und Ziegen entwickelt. Eine Detail-Übersicht bietet Tabelle 8 (S. 43).

(A) Zwei-Litzen-Zaun der Eider Landgeräte GmbH

Der Zwei-Litzen-Zaun (Abb. 9) wurde mit der blau-weißen Kunststoff-Litze „Fence Power“ errichtet. Diese besteht aus mehreren, verflochtenen PE-Fäden (Monofilen) und gebündelten Leitern. Die Vorteile dieser Verarbeitung und Ausführung sollen eine hohe Reißfestigkeit, hohe Leitfähigkeit sowie eine lange UV-Beständigkeit sein. Durch die Leiterbündelung soll eine konstante und gleichbleibend hohe Spannung in der Zaunanlage erhalten werden (Informationen nach Eider Landgeräte GmbH[10]).

Abbildung 9: Kunststoff-Litze „Fence Power“ im aufgerollten Zustand © Eider Landgeräte GmbH (links) und als errichteter Zwei-Litzen-Zaun (rechts).

Internetquelle

[10] Eider Landgeräte GmbH: http://www.eiderlandgeraete.de/de/produkte/produktansicht/items/kunststofflitze-fence-power.html, 06.12.2018

(B) Weidezaunnetz von VOSS.farming

Bei dem schwarz-weißen, 106 cm hohen Plus-Minus-Weidezaunnetz (Abb. 10) verlaufen die horizontalen Litzen im Netz abwechselnd mit dem Zaunanschluss (Pluspol) und dem Erdanschluss (Minuspol), wobei durch die unterste Bodenlitze kein Strom läuft. Bei gleichzeitiger Berührung von zwei Litzen kommt es zum Stromschlag. Der Strom fließt hierbei durch den Teil des Körpers, der die zwei Litzen berührt: Von der Plus – Litze zur Minus-Litze. Der Stromschlag ist intensiv, soll aber gleichzeitig schonender für das Tier sein, da nur ein Teil des Körpers vom Strom durchflossen wird.

Durch die erdungsunabhängige Funktion soll das Plus-Minus-Weidezaunnetz in Regionen mit schlecht leitenden Bodenverhältnissen (z.B. trockene, sandige Böden) zum Einsatz kommen können und eine konstante Stromspannung ermöglichen.

Zudem soll es eine optische Barriere darstellen, welche durch den schwarz-weißen Kontrast die Sichtbarkeit erhöhen und somit vermutlich auch die optische Abschreckung verstärken soll.

Die mechanische Sperre soll sich durch die engen, bodennahen Maschen erhöhen. So sollen Tiere nicht durch die Maschen geraten und auch nicht unter dem Netz hindurch kommen (Informationen nach weidezaun.info[11]).

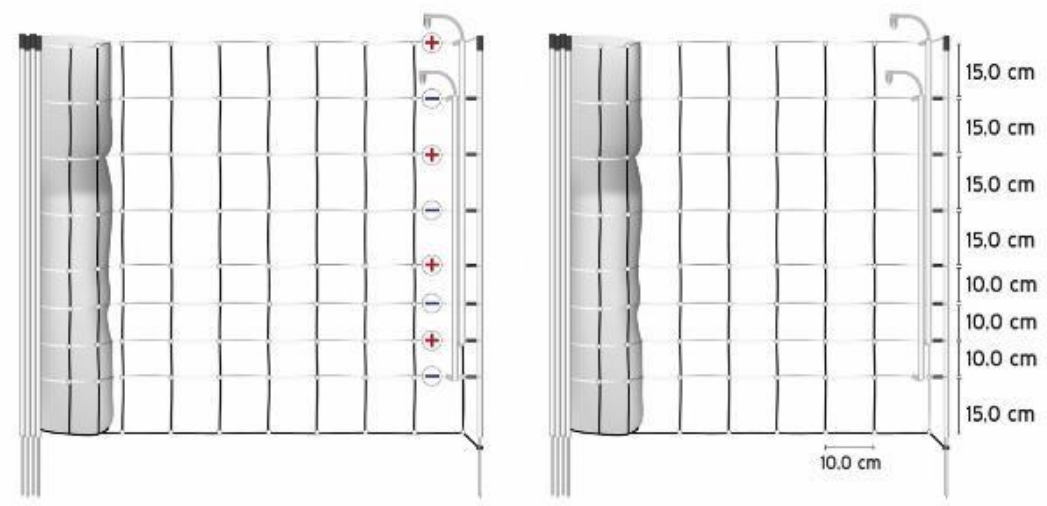


Abbildung 10: Plus-Minus-Weidezaunnetz von VOSS.farming, Stromführung und Maschengrößen © weidezaun.info.

Internetquelle

[11] Weidezaun.info: https://www.weidezaun.info/50m-wolfsabwehr-netz-plus-minus-106cm-agridea-empfehlung-herdenschutz.html, 06.12.2018

(C) Weidezaunnetz „turbomax high energy 90“ von Horizont

Das weiße, 90 cm hohe Weidezaunnetz (Abb. 11) wurde als Prototyp für das Projekt „Durchführung von Herdenschutzmaßnahmen in der Weidetierhaltung in Baden-Württemberg“ des Landesschafzuchtverbandes Baden-Württemberg e.V. (LSV) und des NABU-Landesverband Baden-Württemberg e. V. angefertigt. Das Netz weist durch die verringerte Anzahl an waagerechten Litzen vergleichsweise große Maschen auf und soll so die Stromführung verbessern sowie das Gewicht verringern. Für eine optimierte Standfestigkeit sind starre Kunststoff-Vertikalen in das Netz eingearbeitet. Die erste stromführende Litze befindet sich erst in einer Höhe von 20 cm, wodurch das Problem der Ableitung durch Bewuchs verringert werden soll (Informationen nach Wohlfahrth & Enssle, 2017).

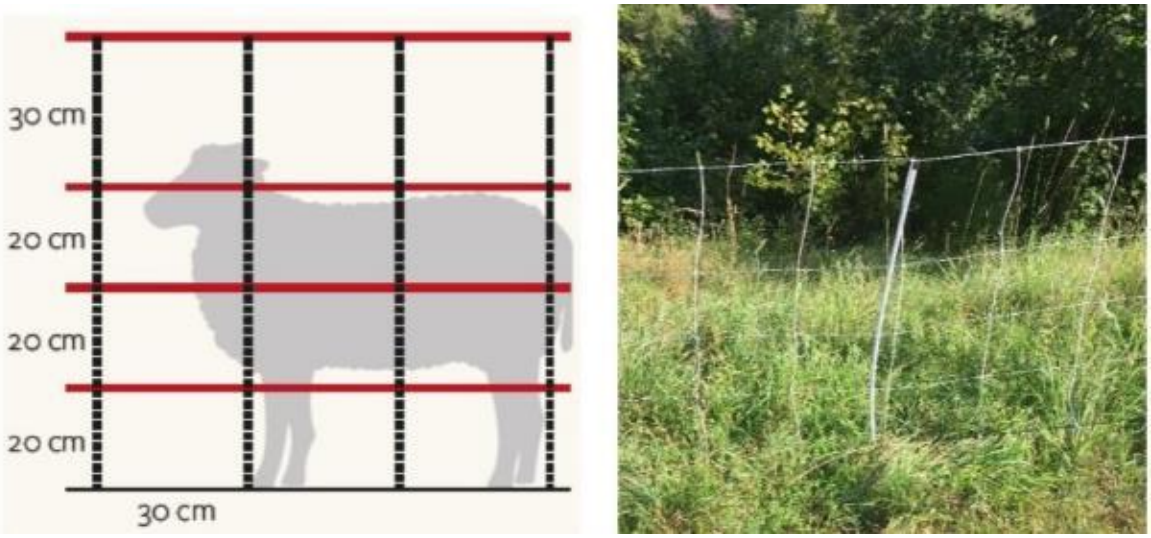


Abbildung 11: Herdenschutzzaun „turbomax high energy 90“ von Horizont. Maschengrößen und Optik © Marina Hacker.

(D) Weidezaunnetz der Eider Landgeräte GmbH

Das blau-weiße, 90 cm hohe Weidenetz (Abb. 12) wurde als Prototyp für den Herdenschutz entwickelt. Es besteht aus sechs waagerechten, blau-weißen Litzen, einer grünen Bodenlitze und senkrechten blauen Litzen. Die Theorie dahinter ist, dass die Wölfe tagsüber vor allem im Blaubereich sehen und das Netz somit besonders wahrnehmbar und dadurch eventuell abschreckender auf die Wölfe wirken könnte. Die grüne Bodenlitze ist stromführend und dient der Erdung (Informationen nach Hans Otto Ewald, Produktmanager Eider Landgeräte GmbH).

Abbildung 12: Blau-weißes Weidenetz (Prototyp) der Eider Landgeräte GmbH.

Tabelle 8: Detail-Übersicht der Zaunsysteme.

Zaunsystem	Höhe(n)	Farbe	Hersteller u. Fabrikat-Details
(A) Zwei-Litzen-Zaun	Oben: 65 cm Unten: 25 bzw. 35 cm	Blau-weiß	*Eider-Landgeräte* „Fence Power“ ▪ mit 3x8 PE Monofilen Ø 0.40 mm ▪ mit 6 Niroleitern á Ø 0.20 mm und mit 3 Kupferleitern à Ø 0.25 mm
(B) Weidezaunnetz	106 cm	Schwarz-weiß	*VOSS.farming* ▪ 9 waagerechte Kunststofflitzen, davon 8 mit eingearbeiteten Edelstahlleitern ▪ obere Litze um 80 % verstärkt, 24 Kunststoffmonofile Ø 0,40 mm, 6 x 0,20 mm Niro und 1x 0,20 mm Kupfer ▪ Bodenlitze verstärkt, 32 Kunststoffmonofile Ø 0,40 mm; nicht stromführend ▪ restliche waagerechte Litzen je 15 Kunststoffmonofile Ø 0,40 mm, 3 x 0,20 mm Niro ▪ senkrechte Litzen je 15 Kunststoffmonofile Ø 0,40 mm
(C) Weidezaunnetz	90 cm	Weiß	*Horizont* “turbomax high energy 90 Netz” ▪ Prototyp für Herdenschutzprojekt des Landesschafzuchtverbandes Baden-Württemberg (“LSV”) ▪ 5 waagerechte Kunstofflitzen, davon 4 mit eingearbeitetem Kupfer-Edelstahlleitern ▪ Starre vertikale Kunstoff-Verstrebungen
(D) Weidezaunnetz	90 cm	Blau-weiß	*Eider-Landgeräte* ▪ Prototyp ▪ 7 waagerechte Kunstofflitzen ▪ 1x 0,25 mm Kupferleiter, 5 x 0,20 mm Niroleitern ▪ 0,27 Ohm/m

Weitere Ausrüstung

Außerhalb des jeweiligen Wolf-Geheges:

- Weidezaungerät mit Photovoltaik (AKO Power A 3300, 12 Volt)
- Befestigungspfahl + Erdungspfahl
- Fency 3000 (MS electronics GmbH) mit SIM-Karte zur Aufzeichnung und Überwachung der Zaunspannung
- Data-Logger zur Back-up-Aufzeichnung der Zaunspannung (gegebenenfalls, d.h. nicht in allen Versuchen)
- Autobatterie (12 V)
- Infrarot Scheinwerfer (Synergy21 LED Spot Outdoor IR-Strahler 60 W IR Security Line 850 nm)
- Kabeltrommel + Verlängerungskabel
- Regenplane
- Grünes Tarnnetz
- Handkamera, Fernglas, Campingstuhl etc.

Innerhalb des jeweiligen Wolf-Geheges:

- Wechselndes Zaunsystem (Tab. 8, S. 43) + gelbe Kunststoff- Zaunpfähle
- Erdungskabel (zum Verringern der Zaunspannung) + Metallverankerung
- 4 Fotofallen (Bushnell: *Trophy Cam HD*, Dörr: *SnapShot Mobil 5.1 IR*, Fivanus: *1080P Wildlife Camera Trap Low Glow*, SECACAM: *Wild-Vision Full HD 5.0*)
- Wärmebildkamera (AXIS Q1921-E Thermal Network Camera)
- Überwachungskamera (Mobotix *M15* bzw. *M12 AllroundDual*)
- 2 Spanngurte
- Gegebenenfalls 2 Stromverlängerungskabel für andere Zaunhälfte
- Gegebenenfalls flexibles Schutzrohr für Stromverlängerung
- (Voltmeter, Seitenschneider, Leiter, Maßband, Entfernungsmesser bei Auf- und Abbau)

Die Versuche

Versuchsaufbau

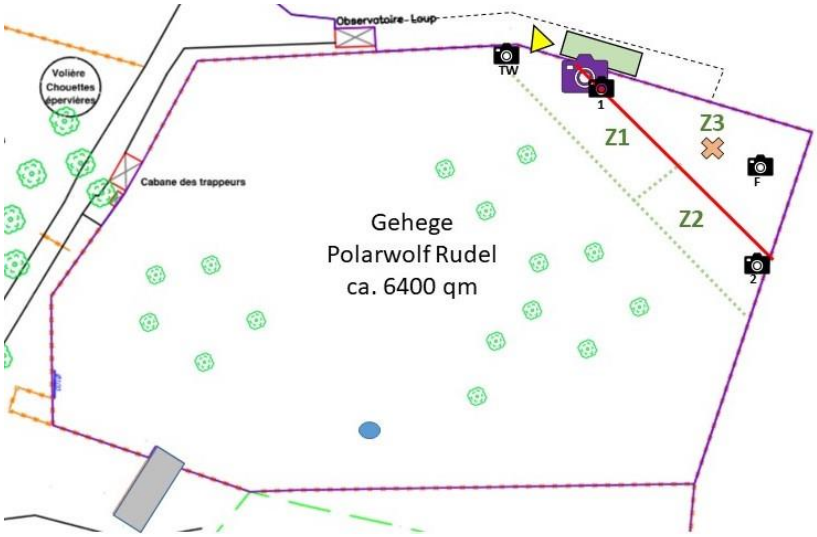
Die jeweiligen Versuche wurden in einem zuvor festgelegten Bereich der Wolfsgehege aufgebaut, welcher für alle Versuchsreihen beibehalten wurde. Hierzu wurden Eck-Bereiche ausgewählt, die möglichst störungsarm erschienen und sich außerhalb des Sichtbereiches von Besuchern des Tierparks befanden. Zudem wurde darauf geachtet, dass die Bereiche der drei Wolfsgehege möglichst vergleichbar in Größe und Geländestruktur waren. Eine leichte Variation ließ sich durch die unterschiedlichen Gegebenheiten nicht vermeiden.

Wie in den Gehegeplänen (Abb. 13 bis 15, S. 46 - 47) ersichtlich, wurde das jeweilige Zaunsystem (rote Linie) vor dem gewählten Eck-Bereich (Zone 3) aufgebaut und dessen Mitte mit einem großen, gelben Pfahl markiert. Weitere große, gelbe Pfähle wurden geradeausgehend von der Mitte des Zaunsystems in 2 m Abständen in Richtung des restlichen Geheges aufgestellt. So wurde der Bereich vor dem Zaunsystem optisch in zwei Hälften geteilt (Zone 1 u. 2), bis zu einem Abstand von 4 m. In Zone 3 wurde für die Versuchsreihen ein Fleisch-Köder platziert (2 m Abstand zum Zaunsystem), welcher die Wölfe dazu motivieren sollte, das Zaunsystem zu überwinden. Auf diesen Köder wurde eine Fotofalle (Fotomodus) auf ein Meter Höhe ausgerichtet, um Zaunübergänge zusätzlich zu dokumentieren (F) (als weitere Absicherung zu den anderen Kameras). Um den Bereich vor dem Zaunsystem (Zone 1 u. 2) zu filmen wurden eine Mobotix-Überwachungskamera und eine Wärmebildkamera in etwa 3 m Höhe am Rand von Zone 1, d.h. am Außenzaun des Geheges installiert (Große Kamera, lila). Diese beiden Hauptkameras wurden für die Verhaltensanalyse genutzt und sollten sich hinsichtlich einer besseren Individualerkennung (Überwachungskamera), einer Absicherung bei schlechten Sichtverhältnissen (Wärmebildkamera) oder technischen Problemen ergänzen. Auf den so entstandenen „toten Winkel“ unter den beiden Hauptkameras wurde ebenfalls eine Fotofalle im Videomodus ausgerichtet (TW). Je eine weitere Fotofalle im Videomodus wurde auf Höhe des Zaunsystems unter den Hauptkameras (1) und am anderen Zaunende in Zone 2 aufgehängt (2). Die insgesamt vier Fotofallen dienten einer besseren Individualerkennung sowie als Back-up für mögliche Stromausfälle der Hauptkameras.

Außerhalb der Gehege wurde ein Weidezaun-Stromgerät mit Photovoltaik (inklusive 12 V Autobatterie) platziert, über welches das Zaunsystem unter Strom gesetzt werden konnte. Die Stromspannung des Zaunes wurde während der Versuchstage über ein Fency 3000 aufgezeichnet, um die zuvor eingestellte Spannung von ca. 5 bis 6 kV zu kontrollieren. Fiel die Spannung abrupt um 1 kV, wurde eine Warn-SMS von Fency 3000 an ein Notfallhandy gesendet. Dadurch sollte es ermöglicht werden, zu jeder Uhrzeit schnellstmöglich über Vorfälle am Zaun informiert zu werden, um gegebenenfalls das Wolfsgehege aufzusuchen und sich zu vergewissern, dass sich keines der Tiere im Zaun verfangen hatte. Für diesen Fall wäre es zudem vor Ankunft am Gehege möglich gewesen, den Strom auf dem Testzaun via SMS an das Fency 3000 abzuschalten.

Für eine verbesserte Nachtsicht auf den Filmaufnahmen der Mobotix-Überwachungskamera wurden zudem auf Zone 1 und 2 ausgerichtete Infrarotscheinwerfer platziert (Dreieck, gelb).

Der für Besucher des Tierparks unzugängliche Beobachtungsposten (Rechteck, grün), von dem die Wölfe im Vorfeld und kurz nach Start der Versuche mit der Handkamera aus gefilmt wurden, wurde auf der zum Wolfsgehe zugewandten Seite mit einem Tarnnetz verhangen, um möglichst geringen Einfluss auf die Tiere auszuüben.



S 13: Gehegeplan mit Versuchsaufbau Rudel 1: Rote Linie = Testzaun; Große Kamera (lila) = Überwachungs- und Wärmebildkamera; Kleine Kameras (schwarz) = Fotofallen; Dreieck (gelb) = Infrarotscheinwerfer; Kreuz = Fleischköder; Rechteck (grün) = Beobachtungsposten; Rechteck (grau) = Gehegeeingang; Kreis (blau) = Wasserstelle.

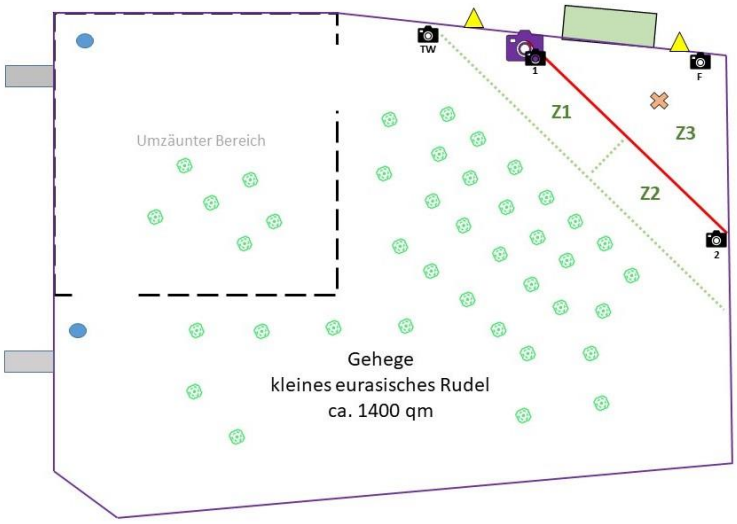


Abbildung 14: Gehegeplan mit Versuchsaufbau Rudel 2: Rote Linie = Testzaun; Große Kamera (lila) = Überwachungs- und Wärmebildkamera; Kleine Kameras (schwarz) = Fotofallen; Dreieck (gelb) = Infrarotscheinwerfer; Kreuz = Fleischköder; Rechteck (grün) = Beobachtungsposten; Rechteck (grau) = Gehegeeingang; Kreis (blau) = Wasserstelle.

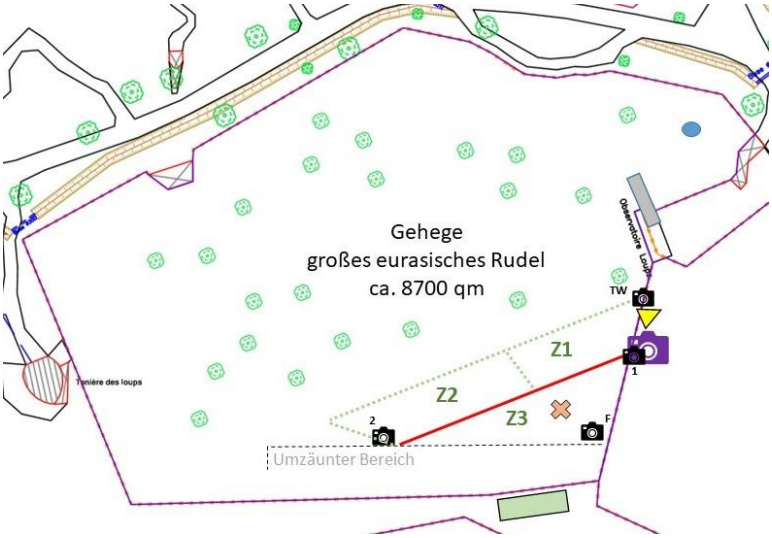


Abbildung 15: Gehegeplan mit Versuchsaufbau Rudel 3: Rote Linie = Testzaun; Große Kamera (lila) = Überwachungs- und Wärmebildkamera; Kleine Kameras (schwarz) = Fotofallen; Dreieck (gelb) = Infrarotscheinwerfer; Kreuz = Fleischköder; Rechteck (grün) = Beobachtungsposten; Rechteck (grau) = Gehegeeingang; Kreis (blau) = Wasserstelle.

Versuchsreihen

Insgesamt wurden folgende 5 Versuchsreihen durchgeführt, wobei am „kleinen“ eurasischen Wolfsrudel aus Zeitmangel lediglich Versuchsreihen 1, 2 und 5 stattfinden konnten. Eine Übersicht der Versuchsreihen bietet Tabelle 9 (Details zu Zäunen siehe Tab. 8, S. 43, Aufbauübersicht u. Zeitplan der Versuchsreihen siehe Anhang Tab. 34 u. 35, S.139 - 140).

Tabelle 9: Versuchsreihen-Übersicht.
Rudel 1 = Polarwölfe, Rudel 2 = kleines eurasisches Rudel, Rudel 3 = großes eurasisches Rudel; Zwei-Litzen-Zaun A/Ae = blau-weiß, nicht elektrifiziert o. elektrifiziert, Weidenetz B = schwarz-weiß, Weidenetz C = weiß, Weidenetz D = blau-weiß, (Weidenetze stets elektrifiziert).

Versuchsreihe	Rudel Nr.	Zone 1	Zone 2
1	1, 2, 3	Zwei-Litzen-Zaun Ae	Zwei-Litzen-Zaun A
2	1, 2, 3	Zwei-Litzen-Zaun A	Zwei-Litzen-Zaun Ae
3	1	Weidenetz B	Weidenetz C
	3	Weidenetz D	Weidenetz C
4	1	Weidenetz C	Weidenetz B
	3	Weidenetz C	Weidenetz D
5	1, 2, 3	Schwachstellen-Versuch mit Zwei-Litzen-Zaun Ae	

- *Versuchsreihe 1:*

Zwei-Litzen-Zaun(A), blau-weiß (unten: 25 cm, oben: 65 cm)

→ Erste Zaunhälfte elektrifiziert (Zone 1), zweite Zaunhälfte nicht-elektrifiziert (Zone 2)

- *Versuchsreihe 2:*

Gleicher Zwei-Litzen-Zaun (A) mit vertauschter Elektrifizierung

→ Erste Zaunhälfte nicht-elektrifiziert (Zone 1), zweite Hälfte elektrifiziert (Zone 2)

Versuchsreihen 1 und 2 (Abb. 16, S. 49) dienten dazu, die Wölfe jeweils gleichzeitig mit einem elektrifizierten (Ae) und einem gleich langen, nicht-elektrifizierten (A) Zaunbereich zu konfrontieren, um mögliche Unterschiede in ihrem Verhalten gegenüber den beiden Zaunabschnitten festzustellen. Der Seitenwechsel elektrifiziert/ nicht-elektrifiziert fand statt, um einem „Seiteneffekt“ entgegenzuwirken. Dieser Seiteneffekt läge vor, wenn die Rudel unabhängig von dem Versuchsaufbau eine der Zonen vor dem Zaun im Vergleich zur anderen Zone präferieren würden. Beispiel: Zone 1 liegt näher an dem nach Menschen riechenden Beobachtungsposten, weshalb sich die Tiere eher in Zone 2 aufhalten.

Aufgrund eines möglichen Seiteneffekts wurde für jeden Versuchsaufbau (bis auf Versuchsreihe 5) jeweils ein Seitenwechsel durchgeführt.

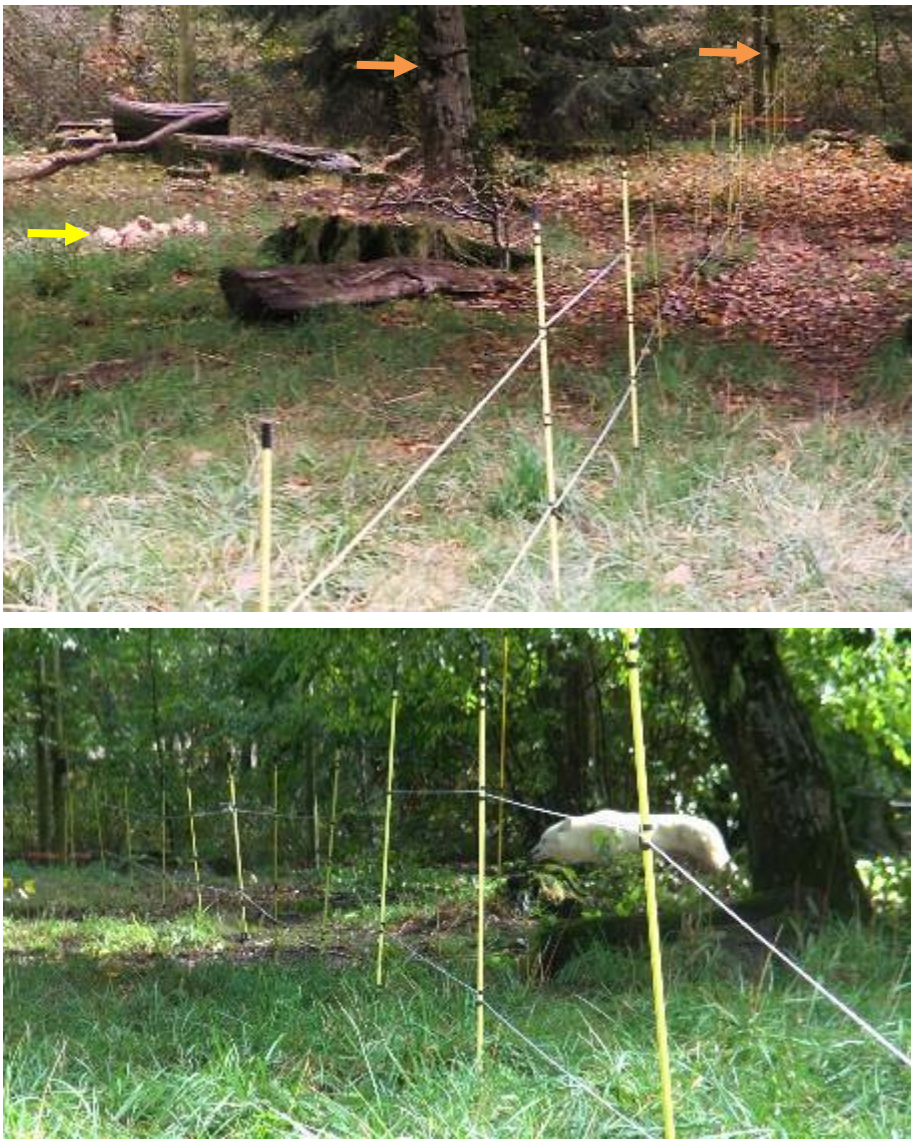


Abbildung 16: Beispiel für Versuchsaufbau 1 u. 2 mit Zwei-Litzen-Zaun (A) bei den Polarwölfen. Oben: Blick in Zone 3 mit Fleischköder (gelbe Markierung) und zwei Fotofallen (orangefarbene Markierungen). Unten: Blick durch den Zaun in Zone 1 u. 2.

- *Versuchsreihe 3:*

Test verschiedener Weidenetze: Erste Hälfte mit Weidenetz (B) (Rudel 1), zweite Hälfte (Zone 2) mit Weidenetz (C), oder Weidenetz (D) (Rudel 3) → beide Hälften elektrifiziert.

- *Versuchsreihe 4:*

Weidenetz (C) und Weidenetz (B) (Rudel 1) oder Weidenetz (D) (Rudel 3) im Seitenwechsel → beide Hälften elektrifiziert.

Versuchsreihen 3 und 4 (Abb. 17) dienten dazu, die Wölfe jeweils gleichzeitig mit zwei gleich langen, unterschiedlichen Weidenetztypen zu konfrontieren, um mögliche Unterschiede in ihrem Verhalten festzustellen. Zudem sollte so ein Vergleich zu Zwei-Litzen-Zäunen (Versuchsreihe 1 und 2) gezogen werden können.

Hierbei wurde Weidenetz (C) einmal in Kombination mit Weidenetz (B) am Polarwolfsrudel und einmal in Kombination mit Weidenetz (D) am „großen" eurasischen Wolfsrudel getestet. Da Weidenetz (B) 16 cm höher ist als Weidenetz (C), wurde über Letzteres zusätzlich eine Litze (blau-weiß) auf gleicher Höhe von Weidenetz (B) gespannt (Abb. 18, S. 51).

Abbildung 17: Beispiel für Versuchsaufbau 3 u. 4 mit Weidenetzen. Oben: Blick in Zone 3 bei den Polarwölfen mit Weidenetz (B) in erster Hälfte (Zone 1) (Versuch 3). Unten: Blick aus Zone 2 in Zone 1 beim großen eurasischen Rudel mit Weidenetz (D) (Versuch 4).

Abbildung 18: Weidenetz (C) mit zusätzlich gespannter Litze (weiße Markierung) bei den Polarwölfen (Versuch 4).

- Versuchsreihe 5:

„Schwachstellen-Versuch“ mit blau-weißem Zwei-Litzen-Zaun (Ae) (unten: 25 cm, oben: 65 cm). Die untere Litze wurde hierbei auf halber Strecke des Zaunes in einem Bereich von 2 m auf 35 cm erhöht. → Kompletter Zaun elektrifiziert.

Anhand der letzten Versuchsreihe (Abb. 19, S. 52) sollte festgestellt werden, ob die Wölfe die „Schwachstelle“ des Zaunes, also in diesem Fall den Bereich mit der höher gesetzten unteren Litze, registrieren und vorwiegend nutzen, um auf die andere Seite (Zone 3) zu gelangen. Die eingebaute Schwachstelle soll hierbei mögliche Aufbaufehler simulieren, welche bei der Verwendung von Zäunen in der Weidetierhaltung unterlaufen können.

Abbildung 19: Beispiel für „Schwachstellen“-Versuch 5 mit Zwei-Litzen-Zaun beim kleinen eurasischen Rudel. Oben: Zaun in seiner Gesamtlänge. Unten: Bildausschnitt der Schwachstelle mit nach oben versetzter Litze (weiße Markierungen).

Ablauf der Versuchsreihen

1. Drei Tage Fasten vor Durchführung eines Neuheitstests

An diesen Tagen wurden die Rudel lediglich mit ca. 200 g toter Hühnerküken pro Wolf gefüttert (ca. 7 % einer normalen Futterration), wodurch der Hunger der Individuen nicht gestillt wurde. Die Wölfe sollten in diesem Zeitraum Appetit entwickeln, um die Motivation zu erhöhen an den später hinter den Zäunen ausgelegten Fleischköder zu gelangen.

2. Drei Tage Neuheitstest

Der Neuheitstest wurde einmalig je Rudel vor Beginn der Versuchsreihen durchgeführt. Er diente zur Gewöhnung der Wölfe an die Versuchsmaterialien, da Gehegewölfe oftmals neophobisch zu reagieren scheinen (Marshall-Pescini et al., 2017). Zudem sollte bestätigt werden, dass sich die Wölfe potentiell im untersuchten Eckbereich des Geheges aufhalten würden. Dazu wurde nach den Fastentagen vor den zuvor ausgewählten Eckbereichen (Zone 3) der Wolfs-Gehege ein elektrifizierter Zaun aufgestellt (sowie die Kameras etc. platziert). Hierbei wurde zu einer Seite des Zaunes ein Bereich von 2 m Breite ausgespart, welcher als offener Durchgang für die Wölfe dienen sollte, um ungehindert in Zone 3 zu gelangen. Dort wurden 15 kg Rindfleisch als Köder platziert. Die Wölfe sollten so lernen, dass in Zone 3 hinter dem Zaun Nahrung vorzufinden war.

3. Abbau Neuheitstest und Vorbereitung auf erste Versuchsreihe

Nach den drei Tagen Neuheitstest wurden Zaun und Fotofallen abgebaut. Die folgenden drei Tage bekamen die Wölfe ihre normalen Futterrationen (ca. 3 kg pro Wolf), dann erfolgten wieder 3 Fastentage. Nach weiterer Absprache mit der Tierpflegeleitung wurde ein Tag vor Beginn einer neuen Versuchsreihe (also am dritten Fastentag) die Hälfte der Menge einer normalen Fütterung dargeboten, um das Stresslevel innerhalb des Rudels möglichst gering zu halten, da die Wölfe in den folgenden Versuchstagen nicht mehr, wie beim Neuheitstest, ungehindert an den Köder kamen und infolge dessen länger hungerten, sofern es ihnen nicht gelang, den Zaun zu überwinden.

4. Start der Versuchsreihen mit geschlossenem Zaun und 15 kg Rindfleisch als Köder

Der jeweilige Test-Zaun und die Fotofallen wurden mittags platziert und am fünften Tag wieder während der Mittagszeit abgebaut. Es ergaben sich also 4 x 24h Videomaterial. Nachdem der Zaun errichtet und mit dem Weidezaungerät verbunden war, wurde zunächst der einwandfreie Stromfluss entlang des Zaunes mittels des Voltmeters kontrolliert. Da die Höhe der Spannung nicht am Weidezaungerät selbst reguliert werden konnte, wurde entsprechend eine improvisierte und unterschiedlich starke Ableitung am Zaun installiert, um für die jeweiligen Versuche vergleichbare sowie nicht zu hohe Spannungen zu erzeugen (Abb. 20, links).

Für Versuch 2 und 4 wurden wegen des Seitenwechsels der Zäune geschützte Stromleitungen im Boden entlang der Zäune bis zur Zaunmitte verlegt (Abb. 20, rechts).

Nach Überprüfung der Kameras auf ihre Funktionstüchtigkeit, wurde zuletzt der Fleischköder hinter dem Zaun platziert.

Am ersten Tag des jeweiligen Versuchs war der Beobachtungsposten, nach Absprache mit der Tierpflegeleitung, ab Aufbau bis zur Dämmerung besetzt, um ein schnelles Eingreifen zu ermöglichen, sollte es im Wolfsgehege zu Komplikationen kommen. In den Folgetagen wurden zum selben Zweck morgens, mittags und abends Kontrollgänge geleistet.

Abbildung 20: Links: Stromableitung (weiße Markierung). Rechts: Verlegung des geschützten Stromkabels ca. 5 cm unter den Boden.

Verhaltensanalyse

Verhaltenskatalog

Während der Versuchszeit wurde ein, in Projektphase I erstellter, Verhaltenskatalog (Lüthi et al., 2016) durch weitere Beobachtungen kontinuierlich überarbeitet und ergänzt um das Gesamtverhalten der Wölfe zu kategorisieren. Verwendet wurde zudem wolfsspezifische, ethologische Literatur von Fox (1970, 1973), Mech & Boitani (2003), Schenkel (1947) und Zimen (2003). Der Katalog wurde zudem vom Französischen ins Englische übersetzt und von der Verhaltensforscherin Rachel Dale, des Messerli Forschungsinstitut für Vergleichende Kognitionsforschung, überprüft. (aktuelle Version, siehe Anhang S. 105 - 115).

Die Verhaltensweisen[12] wurden in „Langzeitverhalten“ (Zustand = länger als drei Sekunden anhaltend) und „Kurzzeitverhalten“ (Ereignis = kürzer als drei Sekunden anhaltend) unterschieden. Für das Langzeitverhalten entstanden 10 Überkategorien („Verhalten I“, Tab. 10) mit Unterpunkten („Verhalten II“, siehe Verhaltenskatalog), welche die verschiedenen Formen des übergeordneten Verhaltens im Detail beschreiben. Diese „Verhalten II“-Variablen wurden genutzt, um das Wolfsverhalten zu codieren und statistisch auswertbar zu erfassen.

Tabelle 10: Überkategorien (Verhalten I) der im Verhaltenskatalog im Detail beschriebenen Verhaltensweisen (Verhalten II).

Verhalten I	Beschreibung
Annäherung	Wolf bewegt sich innerhalb von Zone 1 oder 2 auf den Zaun zu, den Kopf in Richtung des Zaunes gerichtet. Notiert wird die Art und Weise der Fortbewegungen. *Beispiel (Verhalten II): „Vorsichtige Annäherung im Gehen“ → Der Wolf geht zögerlich, Rute a) unter der Rückenlinie, b) die Hinterbeine berührend oder c) zwischen den Beinen (unter dem Bauch). Er kann zwischenzeitlich stoppen. Die Ohren sind nach hinten gerichtet oder ändern kontinuierlich die Position.*

[12] Detailbeschreibungen können dem Verhaltenskatalog entnommen werden.

Erkundung	Wolf blickt innerhalb von Zone 1 oder 2 den Zaun an und kann in seine Richtung Witterung aufnehmen. Er kann währenddessen stehen oder gehen. Er kann den Zaun mit Teilen seines Körpers, etwa einer Vorderpfote, berühren.
Parallele Fortbewegung	Wolf bewegt sich innerhalb von Zone 1 oder 2 parallel zum Zaun fort (gehend, trottend oder laufend). Notiert wird die Art und Weise der Fortbewegung.
Möglicher Überwindungs-Versuch	Direkte Interaktion mit dem Zaun (<1m Abstand). Wolf kann im direkten Bodenbereich des Zaunes graben, versuchen den Zaun zu überspringen oder Körperteile zwischen dem Zaun hindurch in Zone 3 strecken, etwa die Schnauze.
Überwindung	Wolf überwindet den Zaun (und befindet sich in Zone 3)
Exit	Wolf verlässt Zone 3 und gelangt in Zone 1 oder 2.
Soziale Interaktion	Interaktionen mit anderen Rudelmitgliedern innerhalb von Zone 1 oder 2, wie beispielsweise Spielverhalten.
Andere Verhaltensweisen	Verhaltensweisen in Zone 1 oder 2, die keiner der oben genannten Kategorien zugeordnet werden konnten, wie beispielsweise „schlafen“.

Neben den „Verhalten II“-Variablen, die Tätigkeiten beschreiben, war für die Beantwortung der Forschungsfragen von Interesse, ob die Verhaltensweisen der Überkategorien „Annäherung“, „Erkundung“ und „parallele Fortbewegung“ mit „Vorsicht“, „Selbstsicherheit“ oder „neutral“ vonstattengingen. Die Enden der entsprechenden „Verhalten II“-Variablen wurden bei vorsichtigem Verhalten um ein „c“ („caution“) und bei selbstsicheren Verhalten um „sa“ („self-assurance“) ergänzt. Bei neutralem Verhalten wurde den Codes ein „n“ („neutral“) vorangestellt (Beispiel-Fotos siehe Abb. 21).

Abbildung 21: Beispiele für vorsichtiges, selbstsicheres und neutrales Verhalten. A1= Vorsichtige Annäherung im Gehen („wkac“), A2= Selbstsichere Annäherung im Gehen („wkasa“), B1= Vorsichtiges Erkunden („ec“), B2= Selbstsicheres Erkunden („esa“), C= Neutrales Stehen („nsta“).

Vorgehensweise der Datenregistration

Während die Videos der Hauptkameras mittels VLC-Player abgespielt wurden, wurden die zu beobachtenden Verhaltensweisen der jeweiligen Individuen codiert in die betreffenden Spalten einer Excel-Tabelle eingegeben. Hierbei wurde, zum Zwecke der Zeitersparnis, jede vierte Videosequenz im Detail codiert, bei der sich mindestens ein Wolf in einer der Zonen befand (bei Zonen 1 u. 2 bis drei Metern Abstand zum Zaun). Für die dazwischenliegenden Sequenzen wurden lediglich die Präsenzzeiten der Individuen je Zone notiert. Für die „Verhalten II"-Variablen wurden Beginn und Ende der jeweiligen Verhaltensweisen registriert („Kontinuierliche Datenregistrierung"). Für die während dieser Langzeitverhalten parallel auftretenden Kurzzeitverhalten bzw. Ereignisse wurden die jeweiligen Häufigkeiten bestimmt (Auflistung der Ereignisse, siehe Verhaltenskatalog im Anhang, S. 105 - 115).

Statistik

Vorbereitung

Die Datenaufbereitung wurde mittels Microsoft Excel 2016 durchgeführt, die anschließende Analyse erfolgte durch R Version 3.5.1 für Windows 32/64 bit (R Core Team, 2018): Genutzt wurde das Paket „rstatix“ (Kassambara, 2021) für Shapiro-Wilk-Tests, gepaarte Wilcoxon-Tests, Pearson Chi^2-Tests, Friedman-Rangsummentests, Kruskal-Wallis-Tests sowie Ein-Stichproben-Anteilstests. Mittels „gmnl“ (Sarrias & Daziano, 2017) wurden Multinomiale Logitmodelle erstellt, mit „effects“ (Fox, 2003) Effekt Plots und mit „car“ (Fox & Weisberg, 2019) ANOVA-Tabellen „Typ II“.

Vor der statistischen Modellierung der Hypothesen wurde getestet, ob die jeweiligen Rudel generell eine der Seiten vor den Zäunen bevorzugten (Zone 1 u. 2), da eine einseitige Präferenz unabhängig von den getesteten Zaunsystemen bestehen könnte („Seiteneffekt“) und dementsprechend in der Beurteilung der restlichen Ergebnisse berücksichtigt werden müsste. Es wurde davon ausgegangen, dass bei einem Seiteneffekt ein signifikanter Unterschied zwischen Zone 1 und 2 (über alle zusammenhängenden Versuchsreihen hinweg) hinsichtlich der Gesamtpräsenzzeit und der Verteilung der „Verhalten II“-Variablen bestehen müsste. Sollten sich die Wölfe beispielsweise vorzugsweise in Zone 2 aufhalten, müsste hier die Gesamtpräsenzzeit länger sein als in Zone 1. Auch könnte man davon ausgehen, dass das Verhalten in Zone 2 öfter „selbstsicher“ bzw. „neutral“ ausfallen würde und seltener „vorsichtig“ im Vergleich zu Zone 1.
Mittels des Shapiro-Wilk-Tests wurde zunächst ermittelt, dass die Daten der Präsenzzeiten nicht normalverteilt sind. Um signifikante Unterschiede zwischen den Präsenzzeiten in Zone 1 und Zone 2 festzustellen, wurde daher der nicht-parametrische gepaarte Wilcoxon-Test angewandt. Um Unterschiede in der Verteilung der nominalen „Verhalten II“-Variablen festzustellen, wurde der Pearson Chi^2-Test genutzt.

Im Folgenden wird dargelegt, welche Vorhersagen erfüllt werden müssten, um die jeweilige Hypothese nicht zu widerlegen und welche statistischen Modelle angewandt wurden, um diese zu überprüfen.

Vorhersagen und statistische Modelle

H1: Alle getesteten Zauntypen haben zunächst eine abschreckende Wirkung auf die jeweiligen Rudel, welche jedoch im Verlauf eines Versuchs abnimmt („Gewöhnungseffekt“).
→ *sollte die Hypothese nicht widerlegt werden, müsste innerhalb eines festgelegten Bereiches vor den Zäunen (Zone 1 u. Zone 2, siehe Methodik) während der Versuchstage die Wahrscheinlichkeit signifikant höher sein, dass „Verhalten II“-Variablen mit der Endung „c“ („caution“ = Vorsicht) auftreten, als Variablen mit der Endung „sa“ („self-assurance“ = Selbstsicherheit) oder Variablen mit dem Anfangsbuchstaben „n“ („neutral“). Der Abstand der Wölfe zum Zaun („nearest distance“ = näheste Distanz) sollte nicht geringer als 2 m sein, da man davon ausgehen muss, dass die Wölfe vorerst einen Sicherheitsabstand zum Zaun einhalten werden.*
Sollte sich ein Gewöhnungseffekt einstellen, müsste die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von „Verhalten II“-Variablen mit der Endung „c“ („caution“) während der Versuchstage gegenüber Variablen mit der Endung „sa“ („self-assurance“) oder Variablen mit dem Anfangsbuchstaben „n“ („neutral“) sinken und der Abstand zum Zaun („nearest distance“) größtenteils 1 m und weniger betragen, da davon auszugehen ist, dass sich die Wölfe näher an den Zaun heranwagen, sofern sie sich an dessen Anwesenheit gewöhnt haben.
Um den Einfluss der Zäune und der Versuchstage auf das Verhalten der Wölfe zu untersuchen wurde ein Multinomiales Logitmodell mit einem Effekt Plot erstellt. Um das Modell auf Signifikanzen zu testen, wurde eine ANOVA-Tabelle „Typ II“ genutzt (Chi^2-Test). Um die Abstände zu den Zäunen und die tagesbedingten Unterschiede zu untersuchen, wurde jeweils ein Friedman-Rangsummentest durchgeführt.

H2: Die Weidenetze haben eine abschreckendere Wirkung auf die Wölfe als der Zwei-Litzen-Zaun.
→ *Um die Hypothese nicht zu widerlegen, müssten statistisch innerhalb eines festgelegten Bereiches vor den Zäunen (Zone 1 u. Zone 2) während der Versuche 3 u. 4 (Weidenetze) signifikant häufiger „Verhalten II“-Variablen mit der Endung „c“ („caution“) auftreten als während der Versuche 1 u. 2 (Zwei-Litzen-Zaun).*
Der Mindestabstand der Wölfe zum Zaun sollte in Versuch 3 u. 4 ≥ 2 m sein, in Versuch 1 u. 2 hingegen ≤ 2 m, da die abschreckende Wirkung der Weidenetze unter anderem dazu führen sollte, dass die Wölfe zu diesen Zäunen einen größeren Mindestabstand einhalten.
Um Unterschiede in den Verhaltensweisen festzustellen, wurde ein Pearson’s Chi^2-Test durchgeführt. Zur Prüfung der Mindestabstände wurde ein Friedman-Rangsummentest genutzt.

H3: Die abschreckende Wirkung der einzelnen Weidenetze ist unterschiedlich stark ausgeprägt.

→ Um die Hypothese nicht zu widerlegen, müssten sich die Häufigkeiten der „Verhalten II"-Variablen mit der Endung „c" („caution") und der Mindestabstand vor den Zäunen B, C und D signifikant unterscheiden.

Zur Prüfung auf unterschiedliche Verhaltensweisen wurde ein Pearson's Chi^2-Test genutzt. Um die Unterschiede zu visualisieren wurde zudem ein Multinomiales Logitmodell mit einem Effekt Plot erstellt. Um die Zauntypen auf unterschiedliche Mindestabstände zu untersuchen, wurde ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt.

H4: Bei dem Zwei-Litzen-Zaun erkunden die Wölfe den Bodenbereich häufiger als den mittleren oder oberen Teil des Zaunes.

→ Um die Hypothese nicht zu widerlegen, müsste statistisch während der „Verhalten II"-Variablen „ec" und „esa" („Explores with caution"/"Explores with self-assurance"), mit einem Mindestabstand von <1 m zum Zaun, signifikant häufiger das Ereignis „h3" („Kopf unter der Rückenlinie") auftreten, als die Ereignisse „h1" und „h2" („Kopf über Rückenlinie"/"Kopf auf Höhe d. Rückenlinie").

Der Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung zeigt, dass die Kopfstellungen signifikant schief sind. Um die Kopfstellungen und Unterschiede zu überprüfen, wurde daher der Friedman Rangsummentest genutzt.

H5: Bei den Weidenetzen erkunden die Wölfe häufiger den oberen Teil als den mittleren oder unteren Bereich.

→ Um die Hypothese nicht zu widerlegen, müsste statistisch während der „Verhalten II"-Variablen „ec" und „esa" („Explores with caution"/"Explores with self-assurance") mit einem Mindestabstand von < 1 m zum Zaun häufiger das Ereignis „h1" („Kopf über der Rückenlinie") auftreten als die Ereignisse „h2" und „h3" ("Kopf auf Höhe d. Rückenlinie"/Kopf unter Rückenlinie").

Der Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung zeigt, dass die Kopfstellungen signifikant schief verteilt sind. Um die Kopfstellungen auf Unterschiede zu überprüfen, wurde daher der Friedman-Rangsummentest genutzt.

H6: Sofern es zu keinem erfolgreichen Überwinden des Zaunes kommt, verkürzt sich die Präsenzzeit der Wölfe im Zaunbereich im Verlauf der 4 Versuchstage.

→ Um die Hypothese nicht zu widerlegen, müsste sich die „Präsenzzeit" in den Zonen 1 und 2, während der Versuche, in denen es zu keinen Überwindungen des Zaunes kam, von Tag zu Tag signifikant verkürzen.

Der Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung zeigt, dass die Präsenzzeit signifikant schief verteilt ist. Um die Versuchstage auf signifikante Unterschiede in der Präsenzzeit zu untersuchen, wurden deshalb gepaarte Wilcoxon-Tests durchgeführt.

H7: Nach einem erfolgreichen Überwinden des Zaunes verlängert sich die Präsenzzeit der Wölfe im Zaunbereich.

→ Um die Hypothese nicht zu widerlegen, müsste sich die „Präsenzzeit" in den Zonen 1 und 2, während der Versuche in denen es zu Überwindungen des Zaunes kam, nach Auftreten der „Verhalten II"-Variabel „pas" („passage") in den Folgetagen signifikant verlängern.

Der Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung zeigt, dass die Präsenzzeit signifikant schief verteilt ist. Um die Versuchstage auf signifikante Unterschiede in der Präsenzzeit zu untersuchen, wurden daher gepaarte Wilcoxon-Tests durchgeführt.

H8: Die generellen Verhaltensweisen der Wölfe, insbesondere ihr Erkundungsverhalten, sind gegenüber einem elektrifizierten Zwei-Litzen-Zaun häufiger „vorsichtig" als bei einem nicht elektrifizierten Zwei-Litzenzaun. Die Wölfe halten sich generell länger vor dem nicht-elektrifizierten Zwei-Litzen-Zaun auf und erkunden diesen länger, sowie aus näherer Distanz.

→ Um die Hypothese nicht zu widerlegen, müsste in einem festgelegten Bereich vor derelektrifizierten Zaunhälfte (Ae) signifikant häufiger „Verhalten II"-Variablen mit der Endung „c" („caution"), insbesondere die Variabel „ec" " („Explores with caution") auftreten als in dem Bereich vor einer nicht elektrifizierten Zaunhälfte (A). Die Präsenzzeit während der „Verhalten II"-Variablen „ec" und „esa" („Explores with caution"/"Explores with self-assurance") müsste bei Zaunhälfte A zudem länger als bei Zaunhälfte Ae sein. Ferner müsste der Mindestabstand der Wölfe zum Zaun („nearest distance") bei A während der „Verhalten II"-Variablen „ec" und „esa" durchschnittlich geringer sein als bei Zaunhälfte Ae.

Um Unterschiede in den Verhaltensweisen festzustellen, wurden Pearson's Chi^2-Tests durchgeführt. Um die Präsenzzeit auf signifikante Unterschiede zu testen, wurde ein gepaarter Wilcoxon-Test genutzt, für eine Beurteilung hinsichtlich der Mindestabstände Friedman-Rangsummentests.

H9: Sollte ein Zwei-Litzen-Zaun, bei dem die obere Litze auf 65 cm und die untere auf 25 cm Höhe gespannt ist, von den Wölfen passiert werden, dann hauptsächlich unter der untersten Litze hindurch.

→ Um die Hypothese nicht zu widerlegen, sollte bei den Zäunen A u. Ae, das Ereignis „slun" („slips under") während der „Verhalten II"-Variable „pas" („passage") signifikant häufiger stattfinden als die Ereignisse „jpo" („jumps over") und „crs" („crosses through").

Um Unterschiede zwischen den Ereignissen festzustellen, wurden diese dummy-codiert und ein Ein-Stichproben-Anteilstest durchgeführt.

H10: Sollte ein Weidenetz von den Wölfen erfolgreich passiert werden, wird dies nicht hauptsächlich geschehen, indem die Tiere es überspringen.

→ Um die Hypothese nicht zu widerlegen, müsste statistisch während der „Verhalten II"-Variable „pas" („passage") das Event „jpo" („jumps over") seltener stattfinden als die Events „slun" („slips under") und „jpa" („jumps against").

H11: Ein Zwei-Litzen-Zaun, bei dem die obere Litze auf 65 cm und die untere Litze auf der linken und der rechten Seite auf 25 cm sowie im mittleren Bereich auf 35 cm nach oben versetzt gespannt ist, wird von den Wölfen hauptsächlich unter der erhöhten (35 cm) Litze passiert („Fehlerversuch").

→ Um die Hypothese nicht zu widerlegen, müsste in Versuch 5 statistisch die „Verhalten II"-Variabel „pas" („passage") häufiger in dem Bereich der erhöhten Litze (Zone 4) auftreten als in den anderen Bereichen (Zone 1 u. 2).

Ergebnisse

Seiteneffekt

Polarwolfrudel:

Die Median-Differenz der Präsenzzeiten zwischen Zone 1 u. 2 betrug 0 und war nicht signifikant (p = 0,7125; V = 59234; N = 1237). Hinsichtlich des Verhaltens gab es signifikante Unterschiede zwischen den Zonen (p = 0,037; X^2 = 10,211; df = 4; N = 619). Der Anteil des vorsichtigen Verhaltens in Zone 1 war höher als in Zone 2. Auch war das selbstbewusste Verhalten in Zone 1 geringer, und ebenso das neutrale Verhalten. Es wurde ein Seiteneffekt hinsichtlich der Verhaltensweisen festgestellt (Tab. 11, S. 65).

Kleines eurasisches Rudel:

Die Median-Differenz der Präsenzzeiten zwischen Zone 1 u. 2 betrug 0 und war nicht signifikant (p = 0,1329; V = 71510; N = 1305). Hinsichtlich des Verhaltens gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zonen (p = 0,8114; X^2 = 1,5855; df = 4; N = 658). Der Anteil des vorsichtigen Verhaltens war in Zone 1 tendenziell höher als in Zone 2. Das selbstbewusste und neutrale Verhalten war in Zone 1 tendenziell geringer. Es war kein Seiteneffekt feststellbar (Tab. 11).

Großes eurasisches Rudel:

Die Median-Differenz der Präsenzzeiten zwischen Zone 1 u. 2 betrug 7 und war signifikant, die Präsenzzeit der Wölfe war in Zone 1 höher (p < 0,01; V = 129022; N = 2081). Hinsichtlich des Verhaltens gab es signifikante Unterschiede zwischen den Zonen (p < 0,01; X^2 = 52,893; df = 4; N = 806). Der Anteil des vorsichtigen Verhaltens war in Zone 1 geringer als in Zone 2. Das selbstbewusste Verhalten war in Zone 1 höher, das neutrale Verhalten geringer. Es wurde ein Seiteneffekt hinsichtlich der Präsenzzeit als auch der Verhaltensweisen festgestellt (Tab. 11).

Gesamtergebnis für alle Rudel:

Die Median-Differenz der Präsenzzeiten zwischen Zone 1 u. 2 betrug -1 und war signifikant ($p < 0{,}01$; $V = 822910$; $N = 4623$). Hinsichtlich des Verhaltens gab es tendenzielle Unterschiede zwischen den Zonen ($p = 0{,}147$; $X^2 = 6{,}7965$; $df = 4$; $N = 2083$). Der Anteil des vorsichtigen Verhaltens war in Zone 1 geringer als in Zone 2. Das selbstbewusste Verhalten war in Zone 1 höher, das neutrale Verhalten geringer. Es konnte ein Seiteneffekt hinsichtlich der Präsenzzeit, aber lediglich ein tendenzieller Seiteneffekt der Verhaltensweisen festgestellt werden (Tab. 11).

Tabelle 11: Unterschiede von Zone 1 u. 2 (je Rudel) bzgl. Präsenzzeiten bzw. „Verhalten II"-Variablen.

	Zone 1	**Zone 2**
Polarwölfe	Präsenzzeit: 13:00:01 h Verhalten II: ▪ 34,3 % vorsichtig ▪ 53,0% selbstbewusst ▪ 12,6% neutral	Präsenzzeit: 13:03:57 h Verhalten II: ▪ 29,9 % vorsichtig ▪ 62,6 selbstbewusst ▪ 23,5 % neutral
Eurasische Wölfe (kleines Rudel)	Präsenzzeit: 15:00:06 h Verhalten II: ▪ 40,0 % vorsichtig ▪ 38,4 % selbstbewusst ▪ 21,6 % neutral	Präsenzzeit: 15:00:25 h Verhalten II: ▪ 31,8 % vorsichtig ▪ 42,4 % selbstbewusst ▪ 25,7 % neutral
Eurasische Wölfe (großes Rudel)	Präsenzzeit: 30:51:10 h Verhalten II: ▪ 21,4 % vorsichtig ▪ 69,5 % selbstbewusst ▪ 9,0 % neutral	Präsenzzeit: 23:56:39 h Verhalten II: ▪ 31,6 % vorsichtig ▪ 55,6 % selbstbewusst ▪ 12,8 % neutral
Alle Rudel	Präsenzzeit: 58:51:17 h Verhalten II: ▪ 26,9 % vorsichtig ▪ 63,8 % selbstbewusst ▪ 9,4 % neutral	Präsenzzeit: 52:01:01 h Verhalten II: ▪ 33,8 % vorsichtig ▪ 55,3 % selbstbewusst ▪ 10,9 % neutral

Hypothesen

H1: Das Multinomiale Logitmodell zeigt einen signifikanten Effekt der Zäune ($p < 0{,}01$) und Versuchstage ($p < 0{,}01$) auf das Verhalten der Wölfe (*AIC* = 2146,1; $n = 2031$) (Abb.22): Die Wahrscheinlichkeit, dass vorsichtiges Verhalten („c“) vor den Zäunen häufiger auftreten würde, war geringer als das Auftreten von selbstbewussten („sa“) plus neutralem Verhalten („n“) ($p < 0{,}01$; $X^2 = 110{,}18$; $df = 8$; $n = 2031$). Selbstbewusstes und neutrales Verhalten hatten insgesamt einen Anteil von ca. 70 bis 90 %.

Die Wahrscheinlichkeit, dass vorsichtiges Verhalten vor den Zäunen auftreten würde, war an Tag 1 mit ca. 40 % am höchsten und nahm bis Tag 3 jeweils um ca. 10 % ab. Der Anteil stieg an Tag 4 nochmals um ca. 5 %, fiel jedoch an Tag 5 wieder um 6 % und war somit ca. 30 % geringer als an Tag 1. Diese Unterschiede zwischen den Tagen waren laut Pearson’s Chi^2-Test jedoch außer zwischen Tag 4 u. 5 nicht signifikant, zwischen den Tagen 1 u. 2 sowie 2 u. 3 waren aber Tendenzen ersichtlich (Tag 1 auf 2: $p = 0{,}068$; $X^2 = 8{,}7252$; $df = 4$, $n = 1196$; Tag 2 auf 3: $p = 0{,}197$; $X^2 = 6{,}0239$; $df = 4$, $n = 964$; Tag 3 auf 4: $p = 0{,}344$; $X^2 = 4{,}488$; $df = 4$, $n = 691$; Tag 4 auf 5: $p = 0{,}035$; $X^2 = 10{,}33$; $df = 4$, $n = 475$).

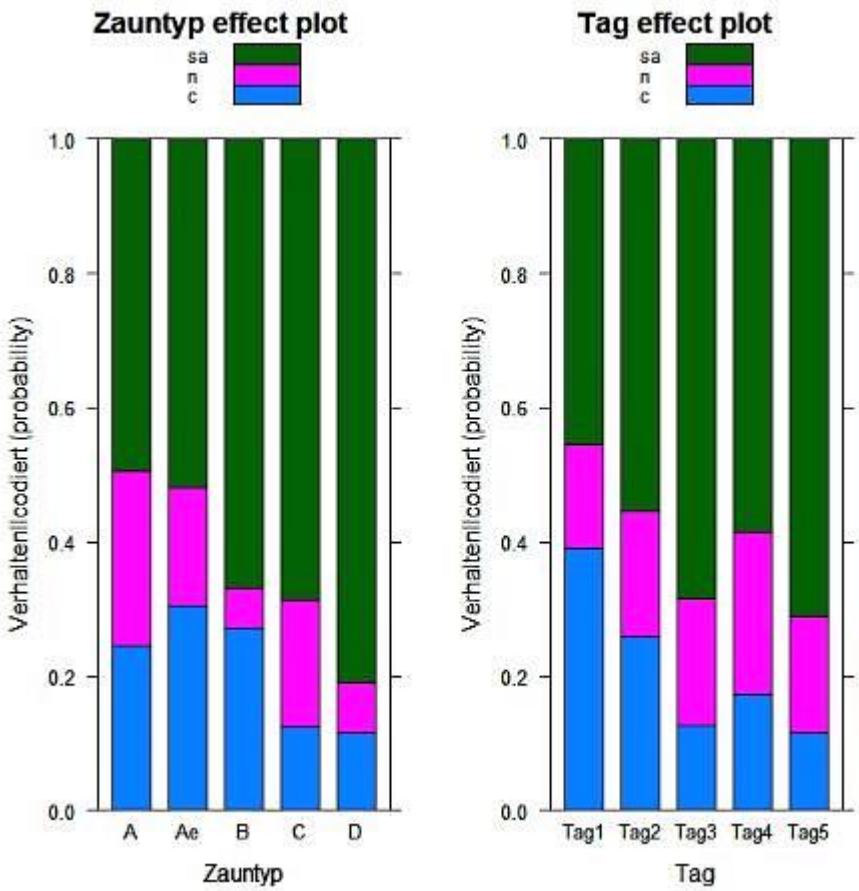


Abbildung 22: Effekt der Zauntypen und Versuchstage auf das Verhalten der Wölfe. A/Ae= blau-weißer Zwei-Litzen-Zaun nicht elektrifiziert/elektrifiziert, B= schwarz-weißes Weidenetz, C= weißes Weidenetz D= blau-weißes Weidenetz, „sa“=selbstbewusst, „n“=neutral, „c“=vorsichtig.

Die beiden Rangsummentests zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Medianwerten der Mindestabstände (zu den Zäunen) nach Zauntypen ($p < 0{,}01$; $X^2 = 54{,}844$; $df = 4$; $n = 2136$) (Tab. 12) und Versuchstagen ($p < 0{,}01$; $X^2 = 83{,}447$; $df = 4$; $n = 4518$) (Tab. 13). Mit Ausnahme von Zaunsystem D war der Median der Mindestabstände für die Zaunsysteme ≥ 2 m.

Der Median des Mindestabstandes betrug an Versuchstag 1 und 3 jeweils 2 m, an den restlichen Tagen 1 m.

Tabelle 12: Mediane der Mindestabstände nach Zauntypen.

	A	Ae	B	C	D
Mindestabstand (m)	3	2	2	2	1

Tabelle 13: Mediane der Mindestabstände nach Versuchstagen.

	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5
Mindestabstand (m)	2	1	2	1	1

Die 1. Hypothese, dass sich die Wölfe vor den Zaunsystemen hauptsächlich vorsichtig verhalten würden, kann daher nicht belegt werden.

H2: Der Pearson's Chi^2-Test zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen den Verhaltensweisen gegenüber den Litzenzäunen und Weidenetzen ($p = 0{,}003$; $X^2 = 16{,}264$; $df = 4$) (Tab. 14). Die Wölfe verhielten sich mit 15,7 % den Weidenetzen gegenüber weniger vorsichtig, als gegenüber den Litzenzäunen. Der Anteil des vorsichtigen Verhaltens war mit 30,1 % bei den Litzenzäunen am höchsten.

Tabelle 14: Prozentuale Anteile der Verhaltensweisen gegenüber Litzenzäunen und Weidenetzen.

Verhalten II Litzenzäune	Verhalten II Weidenetze
▪ 30,1 % vorsichtig	▪ 15,7 % vorsichtig
▪ 43,8 % selbstbewusst	▪ 70,7 % selbstbewusst
▪ 26,1 % neutral	▪ 13,6 % neutral
$n = 1472$	$n = 559$

Der Friedman-Rangsummentest hat keinen signifikanten Unterschied zwischen den Mindestabständen zu den Litzenzäunen (n = 1576) und Weidenetzen (n = 560) (p = 0,255; X^2 = 1,2934; df = 1) ergeben. Der Median des Mindestabstandes betrug für beide 2 m.
Die 2. Hypothese, dass die Weidenetze eine abschreckendere Wirkung auf die Wölfe haben würden als die Litzenzäune, kann daher nicht belegt werden.

H3: Der Pearson's Chi^2-Test zeigt signifikante Unterschiede zwischen den drei Weidenetzen hinsichtlich der Verhaltensweisen (p < 0,01; X^2 = 32,486; df = 4; n = 559). Der Effekt-Plot (Abb. 23) verbildlicht, dass die Wahrscheinlichkeit von vorsichtigem Verhalten vor Weidenetz B mit ca. 30% am höchsten war. Die Wahrscheinlichkeit von selbstbewussten Verhalten überwog vor Weidenetz D mit ca. 80%. Die Wahrscheinlichkeit von vorsichtigen Verhalten war bei C mit ca. 12% so hoch wie bei D.

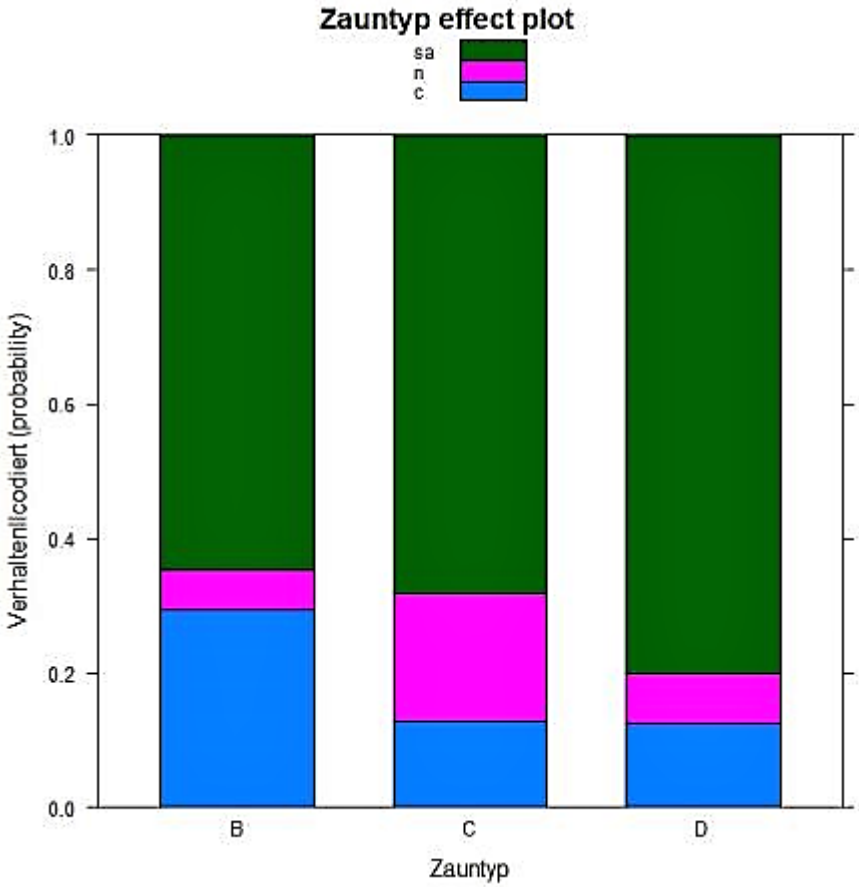


Abbildung 23: Effekte der Weidenetze auf das Wolfsverhalten. B= schwarz-weißes Weidenetz, C= weißes Weidenetz D= blau-weißes Weidenetz. "sa"= selbstbewusst, "n"= neutral, "c"= vorsichtig.

Der Kruskal-Wallis-Test hat auf keinen signifikanten Unterschied zwischen den Mindestabständen der Weidenetze hingewiesen (p = 0,087; X^2 = 4,879; df = 2; n = 553). Der Median betrug für Weidenetz B und C jeweils 2 m, für Weidenetz D: 1 m.
Die 3. Hypothese, welche besagt, dass die abschreckende Wirkung der Weidezäune unterschiedlich stark ausgeprägt sein würde, kann daher nicht belegt werden.

H4: Der Friedman-Rangsummentest hat einen signifikanten Unterschied zwischen den Kopfstellungen am Litzenzaun ergeben (p < 0,01; X^2 = 58,5; df = 2; n = 691) (Abb. 24). Der Anteil der Kopfstellung „h3“ war mit 42% größer als die Kopfstellungen „h1“ und „h2“.
Die 4. Hypothese, dass die Wölfe den Bodenbereich des Litzenzaunes häufiger als den mittleren oder oberen Bereich des Zaunes untersuchen würden, kann daher belegt werden.

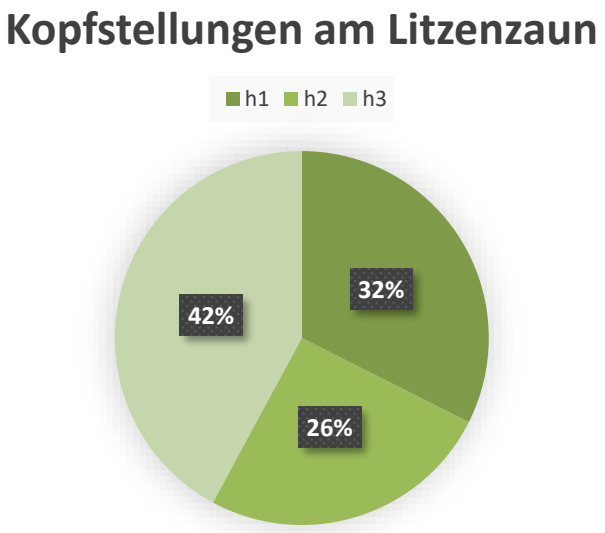


Abbildung 24: Prozentuale Anteile der Kopfstellungen am Litzenzaun. „h1“= über Rückenlinie, „h2“= auf Rückenlinie, „h3“= unter Rückenlinie.

H5: Der Friedman-Rangsummentest hat einen signifikanten Unterschied zwischen den Kopfstellungen an Weidenetzen gezeigt (p = 0,001; X^2 = 13,523; df = 2; n = 474) (Abb. 25). Der Anteil der Kopfstellung „h3“ war mit 38% größer als die Kopfstellungen „h1“ und „h2“. Die 5. Hypothese, dass die Wölfe den oberen Bereich der Weidenetze häufiger als den mittleren oder unteren Bereich untersuchen würden, kann daher nicht belegt werden.

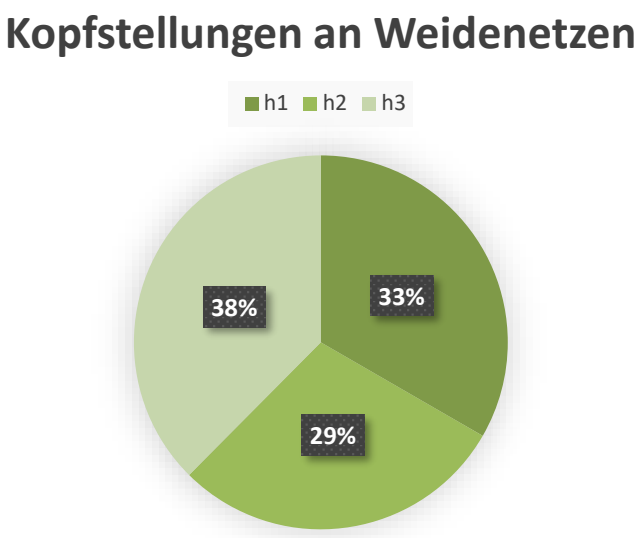


Abbildung 25: Prozentuale Anteile der Kopfstellungen an den Weidenetzen. „h1“= über Rückenlinie, „h2“= auf Rückenlinie, „h3“= unter Rückenlinie.

H6: Die gepaarten Wilcoxon-Tests haben signifikante Unterschiede bezüglich der Präsenzzeit zwischen Tag 1 (n = 716) und Tag 2 (n = 964) (p < 0,01; V = 170650), Tag 3 (n = 790) und Tag 4 (n = 713) (p < 0,01; V = 87944), sowie Tag 4 und Tag 5 (n = 335) (p = 0,001; V = 32716) gezeigt. Zwischen Tag 2 und Tag 3 wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt (p = 0,15; V = 136250). Die Präsenzzeit der Wölfe am Zaun verringerte sich insgesamt vom Beginn der Versuchstage bis zum Schluss (Abb. 26, S. 71). Hypothese 6, welche besagt, dass sich die Präsenzzeit der Wölfe im Zaunbereich verkürzen würde, sofern es zu keinem erfolgreichen Überwinden des Zaunes käme, wird daher belegt.

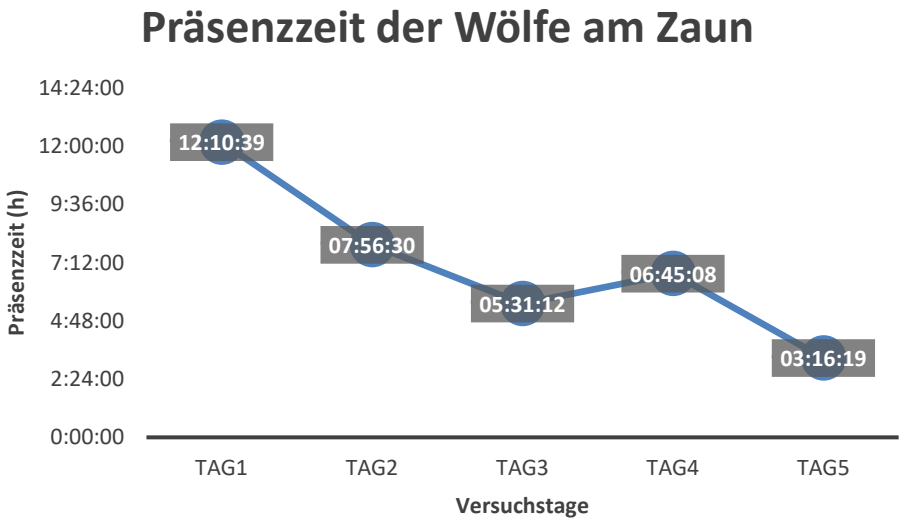


Abbildung 26: Präsenzzeit der Wölfe am Zaun im Versuchsverlauf, ohne erfolgreiches Überwinden des Zaunes.

H7: Die gepaarten Wilcoxon-Tests haben signifikante Unterschiede bezüglich der Präsenzzeit zwischen Tag 1 (n = 443) und Tag 2 (n = 39) (p < 0,01; V = 58), Tag 2 und Tag 3 (n = 53) (p < 0,01; V = 741), sowie Tag 3 und Tag 4 (n = 56) (p < 0,01; V = 0) gezeigt. Der Unterschied zwischen Tag 4 und Tag 5 (n = 7) ist nicht signifikant gewesen (p = 0,438; V = 6). Die Präsenzzeit der Wölfe am Zaun verringerte sich insgesamt vom Beginn der Versuchstage bis zum Schluss (Abb. 27). Die 7. Hypothese, dass sich die Präsenzzeit der Wölfe am Zaun nach einem erfolgreichen Überwinden verlängern würde, kann daher nicht belegt werden.

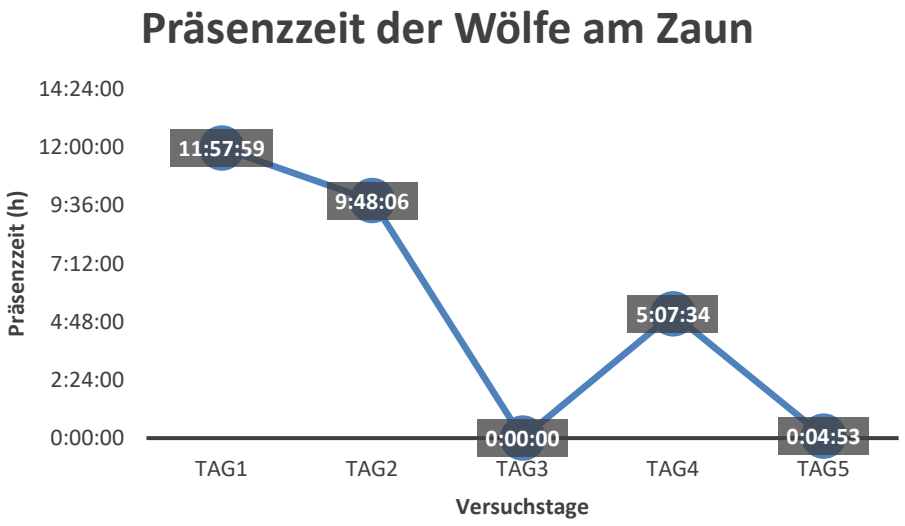


Abbildung 27: Präsenzzeit der Wölfe am Zaun im Versuchsverlauf, bei erfolgreichen Überwindungen des Zaunes an Tag 1, 2 und 4.

H8: Der Pearson's Chi^2-Test hat keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verhaltensweisen unelektrifizierter (A: n = 767) und elektrifizierten Litzenzäune (Ae: n = 705) (p = 0,334; X^2 = 4,5712; df = 4) gezeigt (Tab. 15). Hinsichtlich des Erkundungsverhaltens bestand weder ein signifikanter Unterschied zwischen vorsichtiger und selbstbewusster Art und Weise (aber eine Tendenz zu selbstbewussten Verhalten) (p = 0,098; X^2 = 2,7318; df = 1; A: n = 183; Ae: n = 171), noch der Präsenzzeit (p = 0,792; V = 6848,5; A: n = 179; Ae: n = 172) oder des Mindestabstandes (p = 0,574; X^2 = 0,31579; df = 1; A: n = 180; Ae: n = 170) (Tab 15). Hypothese 8, dass die generellen Verhaltensweisen der Wölfe, insbesondere ihr Erkundungsverhalten, gegenüber einem elektrifizierten Zwei-Litzen-Zaun häufiger „vorsichtig", als bei einem nicht elektrifizierten Zwei-Litzenzaun sein würde und die Wölfe den nicht-elektrifizierten Zwei-Litzenzaun länger, sowie aus näherer Distanz erkunden würden, wird daher nicht belegt.

Tabelle 15: Prozentuale Anteile der Verhaltensweisen gegenüber nicht-elektrifizierten (A) und elektrifizierten (Ae) Litzenzäunen, sowie Details des Erkundungsverhaltens.

Verhalten II Litzenzaun A	Verhalten II Litzenzaun Ae
▪ 27,9 % vorsichtig	▪ 30,2 % vorsichtig
▪ 46,8 % selbstbewusst	▪ 52,3 % selbstbewusst
▪ 25,2 neutral	▪ 17,4 % neutral
▪ Erkundungsverhalten:	▪ Erkundungsverhalten:
- 51,5 % vorsichtig	- 45,0 % vorsichtig
- 48,5 % selbstbewusst	- 55,0 % selbstbewusst
- 1:50:52 h Präsenz	- 1:43:00 h Präsenz
- 1 m Mindestabstand (Median)	- 1 m Mindestabstand (Median)

H9: Der Ein-Stichproben-Anteilstest hat einen signifikanten Unterschied hinsichtlich Erfolges und Misserfolg der Zaunüberwindungsversuche am Zwei-Litzen-Zaun (p < 0,01; X^2 = 365,63; df = 1; N = 34) ergeben. 76,5% der Zaunüberwindungsversuche scheiterten, 23, 5 % glückten (detaillierte Information zu den erfolgreichen Zaunüberwindugen: *siehe Protokoll der Zaunüberwindungen* S. 74). Bei den erfolgreichen Überwindungen passierten die Wölfe den Zaun zu 100 % unter der untersten Litze hindurch. Die 9. Hypothese, dass die Wölfe den getesteten Zwei-Litzen-Zaun hauptsächlich unter der untersten Litze hindurch passieren würden, wird daher belegt.

H10: Weder wurden die Weidenetze von den Wölfen überwunden, noch gab es Überwindungsversuche. Zu Hypothese 10, die besagt, dass die Wölfe bei Überwindungen die Zäune nicht hauptsächlich überspringen würden, kann daher keine Aussage getroffen werden.

H11: Bei den Fehlerversuchen kam es zu keinerlei Passagen des Zwei-Litzen-Zaunes. Weder unter der erhöhten unteren Litze, noch durch andere Bereiche des Zaunes. Die 11. Hypothese, dass die Wölfe den Zwei-Litzen-Zaun hauptsächlich unter der erhöhten untersten Litze passieren würden, kann somit ebenfalls nicht bearbeitet werden.

Protokoll der Zaunüberwindungen

23.09.2017

Éclipse schiebt sich um *16:47:04 Uhr* in Zone 2 unter der untersten Litze des nicht-elektrifizierten Zwei-Litzen-Zaunes hindurch und gelangt in Zone 3. Sie nutzt dabei die Stelle, an der sie über den Tag hinweg eine flache Mulde gegraben hat (ca. 20 cm Tiefe). Gépéto zieht sich aus Zone 2 zurück und beobachtet das Vorgehen neben Iris aus ca. 6 m Entfernung. Gommette gesellt sich dazu, danach Gump. Die anderen Wölfe beobachten das Geschehen aus weiterer Entfernung. Alle Rudelmitglieder beobachten Éclipse, während sie sich in Zone 3 befindet. Gommette und Griotte wagen sich als erstes näher an den Zaun, auf etwa 3 m Entfernung, gefolgt von Iris und Gaou. Um 16:49:17 Uhr bringt Éclipse ein Stück Fleisch an den Zaun, welches von einem Welpen unter der untersten Litze hindurchgezogen wird. Beinahe das ganze Rudel, bis auf Iris und Gaby, versuchen stürmisch an das Stück Fleisch zu gelangen, der Welpe flieht mit dem Fleisch aus Zone 2, während die anderen ihm nachrennen. Iris verbleibt in Zone 2 und beobachtet weiterhin Éclipse, welche hinter dem Zaun ausruht und der Meute nachsieht. Um 16:54:47 Uhr erscheint Éclipse erneut mit einem Stück Fleisch, mit welchem sie unter der untersten Litze in Zone 2 hindurch schlüpft. Mit diesem rennt sie bis ca. 6 m Abstand zum Zaun, wo die weiblichen Jährlinge versuchen etwas von dem Fleisch zu ergattern. Éclipse verschwindet anschließend mit dem Fleisch im hinteren Bereich des Geheges. Währenddessen untersucht Iris die Stelle, an der Éclipse unter der Litze hindurch schlüpfte. Auch Gommette und Griotte nähern sich und untersuchen den Zaun. Wenige Minuten später verschwinden sie ebenfalls im hinteren Bereich des Geheges, in Richtung Éclipse. Im Hintergrund ist für wenige Sekunden eine Meute zu sehen, die sich um ein Stück Fleisch zu streiten scheint, es sind jedoch keine Details zu erkennen. Zwischen 19:00:00 und 20:00:00 Uhr läuft Iris vor dem Zaun (hauptsächlich in Zone 2 und bis auf kurze Abwesenheitszeiten von wenigen Minuten) auf und ab, immer wieder (und ausschließlich) an derselben Stelle grabend an der Éclipse hindurchschlüpfte. Hierbei steckt er oftmals hintereinander den Kopf unter der untersten Litze hindurch, mehrmals dabei vor dem Zaun liegend. Zunächst tut er dies mit zwischen die Hinterläufe geklemmter, doch gegen 19:40 Uhr vorwiegend mit erhobener Rute (auch über der Rückenlinie), wobei er teilweise vor dem Zaun umherspringt und sich schüttelt, scheinbar jaulend (möglicherweise in höchster Erregung). Ein Teil des Rudels befindet sich dabei meist unmittelbar in seiner Nähe und beobachtet ihn beim Graben, vorwiegend die Einjährigen, die ebenfalls mehr und mehr in Erregung versetzt zu werden scheinen und sich immer dichter und näher um ihn drängen. Gegen 20:00:00 Uhr verlassen die Einjährigen jedoch den Schauplatz, da auch Iris sich kurzeitig in den hinteren Bereich des Geheges zurückzieht. Als er wieder beginnt am Zaun zu graben, kommen die Welpen, ihn beobachtend, hinzu und fordern sich gegenseitig zum Spiel auf, worauf Iris sich erneut

kurz zurückzieht und daraufhin die Welpen. Ab 20:00:00 Uhr versucht er sich (zunächst unbeobachtet von anderen Individuen) mit erhöhter Intensität an Mulde unter dem Zaun hindurchzudrücken, allerdings mit nur zur Hälfte gesenktem Körper (und wieder gesenkter oder zwischen die Hinterläufe geklemmter Rute), wobei er die untere Litze mit dem Rücken hochdrückt (und dabei insgesamt 14 mal mit dem Oberkörper hinter den Zaun gelangt). Der Widerstand der Litze scheint ihn jedes Mal davor zurückzuhalten endgültig den Zaun zu passieren, stattdessen legt er sich nach den jeweiligen Versuchen kurz vor dem Zaun ab oder lehnt sich ein wenig nach hinten um Schwung zu holen. Um 20:04:03 Uhr schafft er es schließlich auf die gleiche Art und Weise unter der unteren Litze hindurch zu schlüpfen. Beobachtet wird er dabei von drei Einjährigen und zwei Welpen, die in ca. 4 m Abstand hinter ihm stehen und kurz vor der Zaunpassage hinzukamen. Diese und weitere Rudelmitglieder nähern sich daraufhin mit zwischen die Hinterläufe geklemmten Ruten. Nach ca. 10 min verteilt sich das Rudel wieder in unterschiedliche Richtungen und Individuen treten meist nur noch vereinzelt an den Zaun heran. Gegen Mitternacht läuft Iris mit einem Stück Fleisch im Maul hinter dem Zaun auf und ab, scheinbar eine Möglichkeit suchend um wieder auf die andere Seite zu gelangen. Auch hier versammeln sich wieder mehrere Rudelmitglieder für wenige Minuten vor dem Zaun und beobachten ihn, wobei sich zwei Welpen zuletzt vom Zaun entfernen. Knapp über eine Stunde läuft Iris ohne Unterlass am Zaun entlang, ohne einen Versuch zu unternehmen den Zaun zu überwinden. Er verscharrt daraufhin das Fleisch und beginnt erneut am Zaun entlang zu laufen. Dabei schnuppert er mehrmals an der Stelle, an der er in Zone 3 gelangte. Bis ca. 04:00:00 Uhr läuft er ohne zu Ruhen am Zaun entlang, zwischenzeitlich wieder mit dem Stück Fleisch im Maul. Um 04:40:00 Uhr beginnt er an der alten Stelle am Zaun zu graben und gelangt, nachdem er wieder mehrmals erst den Kopf unter der dem Zaun hindurch schiebt, um 04:47:45 Uhr unter der unteren Litze (ohne Fleisch) zurück in Zone 2, wo er von zwei Welpen begrüßt wird.

24.9.2017 Uhr

Gommette schafft es um 5:24:56 Uhr unter der untersten Litze hindurch zu schlüpfen, nachdem sie zuvor den Kopf sowohl über den Litzen-Zaun, als auch zwischen den Litzen hindurch steckte. Dazu wählt sie dieselbe Stelle wie zuvor Éclipse und Iris zuvor (in Folge als „Mulde“ bezeichnet). Es ist zu sehen, wie sie eine Zeitlang frisst. Zu Beginn wird sie von keinem Wolf beobachtet, erst um 5:49:04 Uhr nähert sich Gump in Zone 2, gefolgt von einer der Schwestern. Um 6:01:06 Uhr gelangt Gommette in einer schnellen, fließenden Bewegung wieder durch die Mulde zurück in Zone 2, dieses Mal jedoch ohne Fleisch. Auslöser für das Verlassen von Zone 3 scheint das plötzliche Davonstürmen von Gump und der Schwester gewesen zu sein, denen sie hinterherrennt.

26.9.2017

Um 18:37:12 Uhr schafft es Iris durch die Mulde zu schlüpfen, wobei er zunächst mehrere Anläufe benötigt, bei denen er insgesamt 27 Male den Kopf unter der untersten Litze hindurch streckt und mit dem Rücken unter der Litze hängen bleibt, ähnlich wie am ersten Tag Als er es in Zone 3 schafft wird er dabei von Gépéto beobachtet, der etwa in 4 m Entfernung steht. Hinzu kommen Gommette, Gaou und Griotte. Die Geschwister verlassen nach ca. 5 min des Beobachtens den Bereich und Iris verbleibt unbeobachtet in Zone 3. Erst gegen 19:45:00 Uhr zieht Iris die Aufmerksamkeit der anderen Rudelmitglieder wieder auf sich, insbesondere der Welpen. Die Rudelmitglieder verlassen den Zaunbereich wieder gegen 20:00:00 Uhr. Um 21:25:00 Uhr kehren zwei Welpen zurück in Zone 2 und beobachten Iris, welcher nervös hinter dem Zaun in Zone 3 auf und ab läuft (unmittelbar vor der Mulde).

Um 21:27:43 Uhr schlüpft einer der beiden Welpen langsam und zwischendurch innehaltend ebenfalls durch die Mulde unter der untersten Litze in Zone 3. Um 21:28:10 Uhr verlässt der Welpe ohne zu zögern in einer fließenden Bewegung Zone 3 auf gleiche Art und Weise ohne Fleisch. Um 21:33:04 Uhr gelangt Iris, nachdem er ein paar Mal erneut mit dem Rücken hängen bleibt, ohne Fleisch ebenfalls durch die Mulde zurück in Zone 2 und wird von einem Welpen freudig begrüßt, andere Rudelmitglieder befinden sich zu diesem Zeitpunkt nicht im Zaunbereich.

Um 21:43:18 Uhr schlüpft Gommette unbeobachtet durch die Mulde, nachdem Sie den Zaun in Zone 2 für 2 min abging, den Kopf sowohl über, als auch zwischen die Litzen schob und an einer anderen Stelle für wenige Sekunden im Gras scharrte. Um 22:24:33 Uhr folgt ihr ein Welpe in Zone 3, indem er ohne zu zögern durch die Mulde gelangt. Um 22:39:08 Uhr schlüpft zunächst Gommette in einer schnellen, fließenden Bewegung ohne Fleisch durch die Mulde zurück in Zone 2 und verschwindet in den hinteren Bereich des Geheges. Um 22:39:26 Uhr gelangt der Welpe ohne Fleisch durch die Mulde, zuvor auf dem Boden liegend, dann Anlauf nehmend, in Zone 2 und verschwindet.

Um 22:44:13 Uhr gelangt abermals ein Welpe in einer fließenden Bewegung durch die Mulde in Zone 3 und kehrt auf gleiche Weise ohne Fleisch um 23:02:35 Uhr zurück in Zone 2. Währenddessen befinden sich keine weiteren Rudelmitglieder im Zaunbereich.

Protokoll der Negativ-Erlebnisse am Zaun

4.10.2017

Während des zweiten Versuches versucht Gommette um 22:28:39 Uhr den Zwei-Litzen-Zaun auf der elektrifizierten Hälfte scheinbar unter der untersten Litze hindurch zu passieren (an selber Stelle bei der die Übergänge während Versuch 1 stattfanden), berührt dabei mit der Schnauze die unterste Litze, schreckt zusammen und flüchtet einige Meter, vermutlich wegen eines Elektroschlages, verbleibt aber innerhalb von Zone 2. Sie blickt mit einem Abstand von ca. 2m noch einige Sekunden in Richtung Zaun und verlässt dann Zone 2 ohne Anzeichen von Angst, ohne sich nochmal nach dem Zaun umzudrehen.

6.10.2017

Um 8:24:08 Uhr versucht einer der Welpen an der bekannten Stelle in Zone 2 unter der untersten Litze hindurch zu schlüpfen, während Iris und andere Rudelmitglieder ebenfalls interessiert neben ihm den Zaun untersuchen. Als der Welpe den Kopf unter der untersten Litze hindurchstreckt scheint er einen Stromschlag versetzt zu bekommen, wonach er aus Zone 2 flieht, ebenso die restlichen Rudelmitglieder. Das Rudel verbleibt in ca. 4 m Abstand und traut sich bereits nach wenigen Augenblicken zurück an den Zaun, wobei Iris vorangeht und sich wieder auf unter 1 m an den Zaun heranwagt. Das restliche Rudel verbleibt bei 2 m Abstand und beobachtet Iris bei der Erkundung des Zaunes. Dieser verlässt nach ein paar Minuten den Zaun, wonach sich auch das restliche Rudel allmählich wieder entfernt. Zwei Welpen verbleiben am längsten am Zaun.

Diskussion

Zusammenfassende Antworten auf die Forschungsfragen

Auf welche Art und Weise nähern sich die Wölfe den unterschiedlichen Zauntypen und wie sehen die zeitliche Abfolge und Frequenz der Annäherungen im direkten Zaunbereich aus?

Die Wölfe näherten sich allen Zauntypen überwiegend selbstbewusst und gewöhnten sich im Laufe der jeweiligen Versuchstage zunehmend an sie.

Gegenüber dem Zwei-Litzen-Zaun verhielten sie sich verhältnismäßig vorsichtiger, als den drei getesteten Weidenetzen.

Der Vergleich der Weidenetze zeigte, dass sich die Wölfe dem schwarz-weißen Weidenetz gegenüber häufiger vorsichtig verhielten, als es bei dem weißen und dem blau-weißen Weidenetz der Fall war.

Sowohl der Zwei-Litzen-Zaun als auch die Weidenetze wurden vorwiegend am Bodenbereich erkundet.

Wurde ein Zaun während eines Versuches nicht überwunden, verkürzte sich die Präsenzzeit der Wölfe in dessen Bereich, die Wölfe schienen das Interesse zu verlieren. Dies war auch bei dem einzigen Versuch der Fall, während dem es zu erfolgreichen Überwindungen des Zaunes kam, jedoch könnte das Ergebnis durch den Verlust eines Rudelmitgliedes beeinflusst worden sein.

Unterscheidet sich das Verhalten der Wölfe gegenüber nicht-elektrifizierten und elektrifizierten Zäunen?

Die Wölfe zeigten in der Gesamtanalyse keine allgemeinen Verhaltensunterschiede gegenüber einem nicht-elektrifizierten und einem elektrifizierten Bereich eines Zwei-Litzen-Zaunes. Das „kleine“ eurasische Rudel erkundete den elektrifizierten Zaun jedoch vorsichtiger. Zudem wurde der nicht-elektrifizierte Zaunbereich von dem „großen“ eurasischen Rudel insgesamt 8 Mal (in eine Richtung) erfolgreich passiert.

Welche Strategien entwickelt ein Wolf, um das jeweilige Zaunsystem zu überwinden? Versucht er ein Weidezaunnetz zu untergraben oder bei einem Litzensystem zwischen den Litzen hindurch zu gelangen? Springt er über eine definierte Zaunhöhe?

Der Zwei-Litzen-Zaun (oben: 65 cm, unten: 25 cm) wurde in 8 von 8 Fällen unter der unteren Litze hindurch passiert und zwar stets an derselben Stelle, an der zuvor eine ca. 20 cm tiefe Mulde gegraben wurde.

Die Weidenetze wurden nicht überwunden und es gab keine Ansätze sie zu untergraben.

Die Wölfe versuchten weder den Zwei-Litzen-Zaun, noch die Weidenetze zu überspringen.

In dem Versuch, bei dem eine Schwachstelle in den Zwei-Litzen-Zaun eingebaut wurde, indem in der Mitte des Zaunes die untere Litze von 25 cm auf 35 cm erhöht wurde

(„Fehlerversuch“), kam es zu keinen Zaunpassagen, die Schwachstelle wurde also nicht ausgenutzt.

Validität der Verhaltensanalyse

Was die Validität der Verhaltensanalyse betrifft, so muss vorweg betont werden, dass die Beschreibung bzw. Deutung von Verhaltensweisen, trotz eines Verhaltenskatalogs, einer gewissen Subjektivität unterliegt (deren Ausmaß dadurch geringgehalten werden konnte, dass dieselbe Person das Verhaltensprotokoll anfertigte und in der Datenanalyse anwandte). Dies stellte eine potenzielle Fehlerquelle für die Interpretation der Ergebnisse dar. Die 24 untersuchten Wölfe ergaben zudem eine kleine Stichprobe, weshalb nicht zu erwarten ist, dass die Ergebnisse eine umfassende Allgemeingültigkeit besitzen. Vergleiche zwischen den Rudeln (siehe Anhang, S. 116 - 138) wiesen darauf hin, das rudelspezifische Unterschiede auftreten können. Äußere Einwirkungen wie beispielsweise Wetterbedingungen oder Besucherlärm könnten das Verhalten der Wölfe beeinflusst haben und auch zufälliges Verhalten ist nicht ausschließbar.
Zudem sollte man bei der Übertragung der Ergebnisse auf freilebende Wölfe Vorsicht walten lassen, da ihre natürlichen Verhaltensweisen im Vergleich zu jenen von Gehegewölfen, welche in diesem Fall bereits seit 5 Generationen nicht mehr in freier Wildbahn lebten, abweichen könnten. Die Ergebnisse sollten daher als Anhaltspunkte für mögliche Verhaltensweisen verstanden werden.

Seiteneffekt

Die signifikanten Gesamtergebnisse des Seiteneffekts zeigten, dass sich die Rudel in beiden Zonen vor den untersuchten Zäunen eher selbstbewusst als vorsichtig verhielten und der Unterschied lediglich in der Intensität dieses Verhaltens bestand. Die Ergebnisse der einzelnen Rudel variierten jedoch. Zwar dominierte in jedem Rudel das selbstbewusste Verhalten in beiden Zonen, doch unterschieden sich die Verhältnisse innerhalb einer Zone. So war bei den Polarwölfen das vorsichtige Verhalten in Zone 1 verhältnismäßig höher als in Zone 2. Bei dem großen eurasischen Wolfsrudel hingegen war das vorsichtige Verhalten in Zone 2 verhältnismäßig höher als in Zone 1. Zwischen den Präsenzzeiten in beiden Zonen gab es bei den Polarwölfen und dem kleinen eurasischen Rudel keinen signifikanten Unterschied, das große eurasische Rudel hielt sich hingegen signifikant länger in Zone 1 auf, als in Zone 2. Wie lassen sich die abweichenden Verhaltensweisen zwischen den Rudeln erklären? Bei allen Wolfsgehegen befanden sich am Rand von Zone 1 die Hauptkameras und Infrarotstrahler. Es könnte sein, dass das große eurasische Rudel auf diese mit mehr Neugierde reagierte als die anderen beiden Rudel, bzw. weniger

neophobisch. Dies könnte u.a. an unterschiedlichen Charakteren der adulten Tiere liegen, oder auch am Wagemut der Welpen. Zaunversuche wurden an diesem Rudel zum ersten Mal durchgeführt, weshalb sie die installierten Geräte in Zone 1 eventuell auch eingehender (bzw. länger) erkundeten als die anderen beiden Rudel. Zone 1 lag bei dem großen eurasischen Rudel zudem direkt angrenzend an ein Nachbarrudel. Zu diesem Rudel bestand zwar kein Sichtkontakt, doch könnte sein Geruch auf positive Weise anziehend gewirkt haben, da es sich um potentielle Paarungspartner hätte handeln können. Umgekehrt ließe sich argumentieren, dass Zone 1 des Polarwolfrudels und des kleinen eurasischen Rudels an den jeweiligen Beobachtungsposten grenzte. Dieser war zwar optisch getarnt, doch könnte der menschliche Geruch die Wölfe deshalb zu erhöhter Vorsicht veranlasst haben.

Ein weiterer Faktor dafür, dass sich das große eurasische Rudel kürzer in Zone 2 befand und sich dort verhältnismäßig vorsichtiger verhielt, könnte insbesondere ein Negativ-Erlebnis sein, das in dieser Zone während Versuch 2 auftrat: Als einer der Welpen am 6.10.2017 in Zone 2 möglicherweise einen Stromschlag am Zaun versetzt bekam, flohen alle anwesenden Rudelmitglieder aus dem Zaun-Bereich. Zwar trauten sich die Individuen, geführt von Leitrüden Iris, kurz nach dem Vorfall wieder an den Zaun heran, doch lässt sich nicht ausschließen, dass das Erlebnis das Rudel für die weiteren Versuche prägte. Für die anderen beiden Rudel ließ sich kein mögliches Negativ-Erlebnis mit den jeweiligen Zäunen feststellen.

Dadurch, dass jeder Versuch bei dem zwei Zaunhälften nebeneinander platziert wurden (die eine Hälfte in Zone 1, die andere in Zone 2), nochmals seitenvertauscht durchgeführt wurde, sollten die Auswirkungen eines Seiteneffekts in dieser Studie vernachlässigbar sein.

Einfluss der Zauntypen auf das Annäherungsverhalten

Die Untersuchungen zu Hypothese 1 zeigten, dass sowohl die Zäune als auch die Versuchstage die Verhaltensweisen der Wölfe signifikant beeinflussten. Die Wölfe verhielten sich, entgegen der Hypothese, allen Zauntypen gegenüber vorwiegend selbstbewusst. Im Verlauf der Versuchstage wurde die Wahrscheinlichkeit von vorsichtigem Verhalten geringer und von selbstbewusstem Verhalten höher, was interpretieren lässt, dass sich die Wölfe an die Zäune gewöhnten. Dies deckt sich auch mit den Beobachtungen von Lüthi et al. (2016). Es scheint also, dass die Zäune bereits ab dem ersten Tag keine sonderlich abschreckende Wirkung mehr auf die Wölfe hatten. Dies könnte zum einen daran gelegen haben, dass an zwei der drei Rudel bereits unterschiedliche Zauntypen getestet wurden und diese Wölfe hätten wissen können, dass von den neu aufgestellten Zäunen keine akute Gefahr ausging. Zum anderen waren alle untersuchten Wölfe mit Barrieren in Form von Gehegezäunen vertraut. Bei freilebenden Wölfen, die keine oder nur

wenig Erfahrung mit Zäunen haben, könnten die Zäune daher eine abschreckendere Wirkung haben, die über einen längeren Zeitraum anhalten könnte.

Zwar verhielten sich die Wölfe allen Zauntypen gegenüber häufiger selbstbewusst als vorsichtig, doch zeigten die Ergebnisse zu Hypothese 2, dass es hierbei unterschiedliche Ausprägungen des Verhaltens zwischen den Zwei-Litzen und den Weidenetzen gab (signifikant). Anders als vermutet, war der Anteil des vorsichtigen Verhaltens bei den Weidenetzen um ca. 14 % geringer. Hierbei könnte es sich jedoch um einen Reihenfolgeneffekt gehandelt haben, da die Zwei-Litzen-Zäune jeweils vor den Weidenetzen getestet wurden. Man könnte daher vermuten, dass sich die Wölfe von Versuch zu Versuch mehr an die Anwesenheit eines Zaunes im Gehege gewöhnten und infolgedessen selbstbewusster wurden. Ein weiterer Faktor, der das Ergebnis beeinflusst haben könnte, ist der Stichprobenumfang der Verhaltensweisen. Dieser war bei den Zwei-Litzen-Zäunen mehr als doppelt so groß. Auch kann man nicht ausschließen, dass das Ergebnis bei z.B. andersfarbigen Weidenetzen anders aussehen würde. Es wäre aber auch denkbar, dass die Theorie, besser sichtbare Zäune wären für Wölfe abschreckender (u.a. zu lesen im aid Infoheft „Sichere Weidezäune“), nicht zutreffen muss: Eventuell reagierten die Wölfe auf die Zwei-Litzen-Zäune vorsichtiger, da sie diese visuell schwieriger erfassen, bzw. die Höhen der Litzen schlechter einschätzen konnten.

Auch in Bezug auf die Weidezäune gab es signifikante Unterschiede hinsichtlich der Verhaltensweisen, wie die Untersuchungen zu Hypothese 3 zeigten. Es war vor dem schwarz-weißen Weidenetz (B) wahrscheinlicher, dass sich die Wölfe vorsichtig verhielten, als vor dem weißen Weidenetz (C) und dem blau-weißen Weidenetz (D). Ein direkter Vergleich der Zaunhälften fand allerdings nur für B und C (Polarwolfrudel) und C und D (großes eurasisches Rudel) statt. Der Stichprobenumfang war für C somit höher als für die anderen beiden Weidenetze. So zeigte der Vergleich zwischen den Rudeln beispielsweise keine signifikanten Unterschiede zwischen B u. C oder D u. C, doch der Effekt Plot veranschaulicht ein um ca. 16 % häufigeres vorsichtiges Verhalten der Polarwölfe gegenüber dem schwarz-weißen Weidenetz. Es wäre also denkbar, dass weitere Untersuchungen eine Tendenz zum vorsichtigen Verhalten aufzeigen könnten. Das Gesamtergebnis könnte nochmals anders aussehen, wenn man zusätzlich die Weidenetze B und D im direkten Vergleich hätte testen können, und die gesamten Versuchsvarianten bei allen Rudeln durchgeführt hätte. Dies war leider aus zeitlichen Gründen nicht möglich.

Die Hypothese, dass die abschreckende Wirkung der einzelnen Weidenetze unterschiedlich stark ausgeprägt ist, wurde zwar nicht ausreichend belegt, da sich der Mindestabstand zu den Zäunen nicht signifikant unterschied, doch schien besonders der Vergleich der Verhaltensweisen Werte aufzuzeigen, die dennoch für eine insgesamt unterschiedlich stark ausgeprägte abschreckende Wirkung sprechen könnten. Was könnten aber Ursachen für eine abschreckendere Wirkung des schwarz-weißen Plus-

Minus-Netz gewesen sein? Im Vergleich zu dem weißen Weidenetz erschien der Unterschied offensichtlich zu sein: Der hell-dunkel-Kontrast. Ein hell-dunkel-Kontrast bestand jedoch auch bei dem blau-weißen Weidenetz, auf welches die Wölfe am selbstbewusstesten reagierten, obwohl ein zusätzlicher Farbkontrast vorlag. Der hell-dunkel-Kontrast war bei dem blau-weißen Weidenetz allerdings schwächer ausgeprägt. Das schwarz-weiße Weidenetz unterschied sich aber auch in seiner Höhe, der Anzahl der Litzen und der Maschengröße von den beiden anderen Weidenetzen. Dadurch, dass das Netz höher war, 2 bis 4 Litzen mehr aufwies und die Maschen enger waren, hatte es eine größere Fläche und erschien dichter, was neben dem starken hell-dunkel Kontrast der beeinflussende Faktor hinsichtlich der Verhaltensunterschiede gewesen sein könnte.

Einfluss der Zauntypen auf das Erkundungsverhalten

Richtet man sein Augenmerk auf die Untersuchungen zum Erkundungsverhalten, so zeigten die Ergebnisse der belegten Hypothese 4, dass die Wölfe bei den Zwei-Litzen-Zäunen hauptsächlich den Bodenbereich erkundeten (signifikant), was auch von Lüthi et al. (2016) geschildert wurde. Die Hypothese schien zunächst von den erfolgreichen Passagen des Zwei-Litzen-Zaunes untermauert zu werden, welche ausschließlich unter der untersten Litze erfolgten. Auch die potenziellen Überwindungsversuche fanden ausschließlich am Bodenbereich der Litzen-Zäune statt. Vergleiche zwischen den Rudeln der 4. Hypothese zeigten allerdings unterschiedliche Ergebnisse (signifikant). Nur das Polarwolfrudel erkundete häufiger den Bodenbereich, die anderen beiden Rudel hingegen den oberen Bereich des Zwei-Litzen-Zaunes. Es könnte für die Wölfe also naheliegender gewesen sein, ob sie unter oder über den Zaun gelangen und weniger, ob sie zwischen den zwei Litzen hätten hindurch schlüpfen können. Würde dies aber auch darauf hindeuten, dass sie den Zwei-Litzen-Zaun eher darunter oder darüber passieren würden? Interessanterweise erkundete das große eurasische Rudel, welches den Zwei-Litzen-Zaun passierte, häufiger den oberen Bereich des Zaunes. Das zeigte, dass das Erkundungsverhalten nicht eindeutig vorhersagen konnte, auf welche Art und Weise die Wölfe letztendlich den Zaun überwinden würden.

Anders als bei Lüthi et al. (2016) beobachtet, wurde auch bei den Weidenetzen vornehmlich der Bodenbereich untersucht (und nicht der obere Bereich) (signifikant). Hypothese 5, die besagte, dass hauptsächlich der obere Bereich der Weidenetze erkundet werden würde, wurde daher nicht belegt. Hier zeigte der Vergleich zwischen den Rudeln ein völlig anderes Ergebnis (signifikant): Das große eurasische Rudel erkundete der Hypothese entsprechend häufiger den oberen Bereich, das Polarwolfrudel aber den mittleren Bereich der Weidenetze. Ein Grund dafür könnte gewesen sein, dass die bei dem großen eurasischen Rudel getesteten Weidenetze niedriger waren als bei den Polarwölfen (90 statt 106 cm),

weshalb der obere Bereich für sie leichter zu untersuchen war. So könnte für das Erkundungsverhalten der Wölfe nicht nur eine Rolle gespielt haben, ob es sich um einen Zwei-Litzen-Zaun oder ein Weidenetz handelte, sondern auch, wie hoch der jeweilige Zaun war. Die Ergebnisse von Hypothese 4 und 5 stützten sich allerdings auf die Frequenzen der Kopfstellungen unmittelbar am Zaun. Diese Frequenzen sagten aber nichts über die Intensität der Erkundungen aus. Ein Wolf hätte beispielsweise über einen längeren Zeitraum intensiv den mittleren Bereich eines Zaunes untersuchen und seine Kopfstellung dabei unverändert lassen können. Die Frequenz der mittleren Kopfstellung wäre dabei lediglich 1 gewesen. Nun könnte der Wolf mehrmals hintereinander den Kopf über die Rückenlinie gehoben und wieder gesenkt haben, ohne sich auf eine genaue Stelle am Zaun zu fixieren und dennoch hätte man eine hohe Frequenz der Kopfstellungen gehabt. Diese Ergebnisse sollten also mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden. Eindeutiger wäre es gewesen, das Erkundungsverhalten nicht nur in vorsichtiges und selbstbewusstes Erkunden zu unterteilen, sondern auch in die vorwiegend untersuchten Bereiche, beispielsweise „Erkundung des Bodens mit Vorsicht“. Dies wäre allerdings auch ein größerer Aufwand und zeitintensiver gewesen.

Präsenzzeiten am Zaun im Hinblick auf Überwindungen

Die Untersuchungen der Präsenzzeiten zeigten, dass sich die Wölfe im Laufe der Versuchstage signifikant kürzer im Zaunbereich aufhielten, wenn es zu keinen erfolgreichen Überwindungen kam (Hypothese 6). Dieses Verhalten wurde ebenfalls von Lüthi et al. (2016) geschildert und könnte darauf hinweisen, dass Wölfe ohne einen Erfolg das Interesse am Zaun verlieren würden. Die Wölfe hielten sich im Laufe der Versuchstage allerdings auch kürzer im Zaunbereich auf, nachdem der Zwei-Litzen-Zaun erfolgreich überwunden wurde. Darum wurde Hypothese 7 nicht belegt. Dieses Ergebnis widersprach den Beobachtungen von Lüthi et al. (2016). Demnach wäre es möglich, dass ein erfolgreiches Überwinden des Zaunes im Umkehrschluss nicht zu einem stärkeren Interesse am Zaun führen muss. Die Zaunpassagen erfolgten jedoch nur bei dem großen eurasischen Rudel während des ersten Versuches, weshalb dieses Ergebnis nicht allgemeingültig sein kann und bei anderen Rudeln anders aussehen könnte. So erfolgten die Zaunübergänge bei Lüthi et al. (2016) bei dem Polarwolfrudel, welches eventuell wieder mit mehr Interesse am Zaun reagiert hätte, wäre es bei ihm zu Zaunüberwindungen gekommen. Bekoff (2010) machte bei Wölfen ethologische Beobachtungen nach dem Tod von Rudelmitgliedern, die er als Trauerverhalten deutete. Es könnte also sein, dass das Ergebnis des großen eurasischen Rudels durch den Tod der Leitwölfin Éclipse in der ersten Versuchsnacht beeinflusst wurde und die Wölfe trauerten, anstatt sich mit dem Zaun zu befassen. Wäre die Wölfin nicht gestorben, wäre es möglich gewesen, dass sich die

Präsenzzeiten am Zaun nach dem Übergang verlängert, statt verkürzt hätten. Das Protokoll der Zaunüberwindungen ließ zudem vermuten, dass sich die Präsenzzeit im Zaunbereich erhöhte, als es zu den ersten Überwindungen an Versuchstag 1 kam (vor Éclipse‘s Tod). Um dies sicher beurteilen zu können, wäre es allerdings nötig gewesen die Präsenzzeit am Zaun im Tagesverlauf zu untersuchen.

Hinsichtlich Hypothese 6 muss beachtet werden, dass die Motivation der Gehegewölfe den Zaun zu überwinden und sich deshalb länger mit ihm auseinanderzusetzen, vielleicht geringer war, als es bei Wölfen in freier Wildbahn der Fall gewesen wäre. Zwar sollten die drei Fastentage vor Versuchsstart die Motivation erhöhen, um den jeweiligen Zaun zu passieren, doch haben Gehegewölfe eine andere Ausgangssituation, die einen Vergleich zu freilebenden Wölfe erschwert. Gehegewölfe werden regelmäßig gefüttert und haben entsprechend wahrscheinlich bessere Fettreserven. Zudem müsste ihr Energiebedarf durch die eingeschränkte Bewegungsmöglichkeit in den Gehegen geringer sein, wohingegen freilebende Wölfe während der Hälfte eines Jahres vorwiegend nomadisch leben und insbesondere durch das Jagen von Beutetieren einen hohen Metabolismus haben (Mech & Boitani, 2003). Ferner bekamen die untersuchten Wölfe am Tag vor Versuchsstart eine halbe Futterration, von der sie nochmals zusätzlich zehren konnten. In den Gehegen selbst befanden sich von den Wölfen vergrabene Nahrungsreserven. Es konnte auch beobachtet werden, wie die Wölfe während der Versuchstage Mäuse erbeuteten. Die Wölfe waren also zudem nicht zwingend darauf angewiesen, den Zaun zu überwinden. Es könnte außerdem sein, dass sie schnell begriffen, dass der Zaun nach kurzer Zeit entfernt werden würde und sie so ohne Aufwand an das dahinter befindliche Fleisch gelangen konnten. Nicht zu vernachlässigen ist auch die Art des Köders. Lebende Schafe hinter einem Weidezaun können den Jagdinstinkt der Wölfe reizen und stellen somit wahrscheinlich eine nochmals höhere Motivation dar, einen Zaun zu überwinden. Ist jedoch für freilebende Wölfe der Aufwand um an Schafe hinter einem Weidezaun zu gelangen hoch, kann auch hier vermutet werden, dass sie, nach einigen erfolglosen Versuchen, vom Zaun ablassen und sich an anderen Nahrungsquellen orientieren würden, da die Kosten-Nutzen-Bilanz nicht mehr vorteilhaft wäre. Diese Kosten-Nutzen-Bilanz ist beispielsweise auch ein Grund, weshalb ein jagendes Rudel ab einem gewissen Punkt von einem Beutetier ablässt, welches keine Anzeichen von Erschöpfung zeigt, anstatt es weiter zu verfolgen (Mech & Boitani, 2003).

Wolfsverhalten bei elektrifizierten und nicht-elektrifizierten Zäunen

Bezüglich der Zaunüberwindungen wäre eine positive Kosten-Nutzen-Bilanz gegeben, wenn Wölfe Schwachstellen im Zaun erkennen würden und somit mit nur geringem Aufwand auf die andere Seite gelangen könnten. Deshalb war, unter anderem, von Interesse, ob die Wölfe zwischen elektrifizierten und nicht-elektrifizierten Zaunbereichen zu unterscheiden wussten. Die Ergebnisse zu Hypothese 8, welche nicht belegt wurde, zeigten jedoch, dass sich die Wölfe vor einer elektrifizierten Hälfte eines Zwei-Litzen-Zaunes im Allgemeinen nicht anders verhielten, als vor einer nicht-elektrifizierten (aber tendenziell selbstbewusster vor dem elektrifizierten Zaun). Der Vergleich zwischen den Rudeln zeigte aber bei dem kleinen eurasischen Rudel ein signifikant vorsichtigeres Erkundungsverhalten gegenüber dem elektrifizierten Zaun. Das große eurasische Rudel hingegen zeigte sich dem nicht-elektrifizierten Zaun gegenüber signifikant häufiger vorsichtig. Dieses Ergebnis könnte dadurch beeinflusst gewesen sein, dass das Rudel auch mehr Zeit vor dem nicht-elektrifizierten Zaun verbrachte (auch wenn es sich nur um 8 min handelte).

Die Tatsache, dass es auf der nicht-elektrifizierten Zaunhälfte zu erfolgreichen Zaunpassagen kam, und zu keinen (Passagen) auf der elektrifizierten Zaunhälfte spricht zusätzlich für die abschreckende Wirkung des Stroms. Allerdings überwanden nur Individuen des großen eurasischen Rudels den Zwei-Litzen-Zaun. Nachdem die Leitwölfin zum ersten Mal den Zaun überwunden hatte, folgten die weiteren Zaunpassagen anderer Rudelmitglieder ihrem Beispiel an selber Stelle, auf die gleiche Art und Weise. Während des zweiten Versuches, bei dem die Seite des Stromes gewechselt wurde, kam es zu keinen Übergängen mehr. Das Rudel zeigte sich an derselben Stelle interessiert wie bei Versuch 1, zwei Wölfe versuchten auch hier wieder den Zaun auf die gleiche Art und Weise zu passieren (also unter der untersten Litze hindurch). Die Wölfe hatten sich also scheinbar daran erinnert, so bereits schon mal den Zaun passiert zu haben. Bei dem Versuch berührten sie die untere Litze, welche dieses Mal unter Strom stand, und wichen vom Zaun zurück. Es scheint also, als hätte der Strom verhindert, dass es hier zu Zaunpassagen kam. Es gab keinerlei Versuche, den Zaun in der anderen Zone zu überwinden, wo er dieses Mal nicht unter Strom stand. Man könnte also Schlussfolgern, dass die Mehrheit der untersuchten Wolfsindividuen nicht zwischen elektrifizierten und nicht-elektrifizierten Teilen des Zaunes zu unterscheiden wusste - jedenfalls nicht im Rahmen der untersuchten Anhaltspunkte. Eventuell registrierten sie sehr wohl einen Unterschied, nutzten die Gelegenheit aber dennoch nicht. Wieso das der Fall gewesen sein könnte, bleibt spekulativ. Leider starb die Leitwölfin Éclipse während des ersten Versuchsdurchganges, weshalb nicht erfahren werden konnte, ob sie bei Versuch 2 wieder eine nicht-elektrifizierte Stelle für eine Passage gefunden hätte. Dies hätte einen weiteren Hinweis dafür geliefert, dass

zumindest manche Wolfsindividuen den Unterschied registrieren, bzw. dann auch den ersten Schritt wagen, um den Zaun zu überwinden.

Die Art und Weise von Zaunüberwindungen

Im Rahmen der Untersuchungen zu Hypothese 9 konnte festgestellt werden, dass die meisten Überwindungsversuche des Zwei-Litzen-Zaunes signifikant missglückten (76,5%). Wenn Zaunüberwindungen erfolgten, dann jedoch zu 100% unter der unteren Litze (welche auf eine Höhe von 25 cm gespannt war). In der Studie von Lüthi et al. (2016) passierten die Wölfe den Zwei-Litzen-Zaun ebenfalls unter der unteren Litze, jedoch war diese zu dem Zeitpunkt auf eine Höhe von 35 cm gespannt. Als Lüthi et al. (2016) die Litzen auf die gleiche Höhe wie in der jetzigen Versuchsdurchführung spannten (obere Litze: 65, untere: 25 cm), kam es hingegen zu keinen Zaunpassagen mehr. Das jetzige Ergebnis bestätigte aber die Annahme von Lüthi et al. (2016), dass die Wölfe auch unter der auf 25 cm gespannten unteren Litze hindurchgelangen würden. Dies allerdings nur nach intensivem und gezieltem Graben, bis an einer Stelle eine Mulde von ca. 20 cm Tiefe entstanden war. An der tiefsten Stelle dieser Mulde entstand somit ein Gesamtabstand von 45 cm vom Boden bis zur unteren Litze. Das Graben einer Mulde, um unter einem Zaun hindurch zu gelangen, passt auch zu den Beobachtungen von Faß (2018), die im Wolfcenter Dörverden, ebenfalls an Gehegewölfen, gemacht wurden. Interessant ist, dass die Zaunübergänge nur bei dem Rudel stattfanden, welches 2016 von Lüthi et al. noch nicht untersucht wurde. Weshalb passierte das Polarwolfrudel nicht den Zwei-Litzen-Zaun, obwohl es das 2015 bei einer unteren Litze mit 35 cm Höhe tat und somit im Prinzip wusste, wie es erfolgreich an den Fleischköder gelangen konnte? Es wäre denkbar, dass der Abstand von 25 cm zwischen Boden und unterer Litze für diese Individuen zu schmal erschien, um hindurch zu gelangen. Vielleicht war der Kontakt mit dem Strom während der Versuche 2015 so prägend, dass die Wölfe sich auch noch nach zwei Jahren daran erinnerten, dass sie Berührungen der Zäune vermeiden sollten. Diese Erfahrung hatte das große eurasische Rudel bei Versuch 1 noch nicht gemacht. Nachdem es bei Versuch 2 zu Kontakt mit der Stromlitze kam, fanden auch bei diesem Rudel keine Zaunüberwindungen mehr statt. Diese Tatsachen legen die Vermutung nahe, dass elektrifizierte Zäune seltener überwunden werden würden, wenn die Wölfe zuvor schon Erfahrungen mit unter Strom gesetzten Zäunen gemacht hätten.

Es könnte aber auch andere Gründe dafür geben, dass nur das große eurasische Rudel den Zwei-Litzen-Zaun überwand, denn Stromlitzen (schwarz-weiß) kannten diese Wölfe auch bereits aus ihrem Gehege (zusätzlich abgesicherter Bereich zum Nachbarrudel). Letztendlich waren alle Rudel zudem mit stromführenden Metalldrähten vertraut, welche den Bodenbereich innerhalb der Gehegezäune absicherten (auch wenn hier wiederum

fraglich ist, ob die Wölfe die Gemeinsamkeiten zu den stromführenden Testzäunen abstrahierten). Zum einen könnte die bereits erwähnte Kosten-Nutzen-Bilanz eine Rolle gespielt haben, da die Wölfe einen Tag vor Versuchsstart nochmal gefüttert wurden, was in der Studie von Lüthi et al. (2016) nicht der Fall war. Eventuell waren das Polarwolfrudel und das kleine eurasische Rudel daher schlichtweg zu unmotiviert. Das große eurasische Rudel hatte jedoch 5 Welpen zu versorgen, welche ihre Mutter, die Leitwölfin, am Zaun aktiv um Futter anbettelten. Dies mag Éclipse in höherem Maße dazu motiviert haben, den Zaun zu überwinden. Die anderen Rudelmitglieder beobachteten sie dabei und stellten möglicherweise fest, dass es ungefährlich sei, unter dem Zaun hindurch zu schlüpfen. Aktives Bettelverhalten der Welpen bei den anderen Rudelmitgliedern konnte in den Folgeversuchen nicht beobachtet werden. Es könnte daher sein, dass sie nicht den gleich starken Drang wie die Leitwölfin verspürten, die Welpen mit Futter zu versorgen. Zudem schaffte es ein Teil der Welpen im Laufe der Versuchstage selbst den Zaun zu überwinden. Bei den Weidenetzen kam es zu keinen Zaunüberwindungen, weshalb nicht untersucht werden konnte, auf welche Art und Weise die Wölfe diese Zäune passiert hätten. Hier mag den Wölfen das Risiko, bzw. die Anstrengung ebenfalls nicht wert gewesen sein. Auch beim „Fehlerversuch“ kam es zu keinen Durchgängen (auch zu keinen versuchten). Dem Polarrudel war es während der Versuche 2015 gelungen, unter einer auf 35 cm erhöhten unteren Litze hindurch zu gelangen, aber sie mussten nicht nach dieser Erhöhung suchen, wie es im Fehlerversuch der Fall war. Das große eurasische Rudel könnte den Fehler entdeckt, aber dennoch nicht genutzt haben, weil eventuell die Leitwölfin fehlte, um den ersten Schritt zu machen. Ebenso ist es denkbar, dass die schmalen Litzen visuell so schwer für die Wölfe zu erfassen waren, dass ihnen dadurch ein Höhenunterschied von 10 cm nicht auffiel. Hinweise, ob Wölfe einen Fehler im Zaun finden würden, können letztendlich nur weitere Versuche liefern.

Fazit

Experimentelle Studien (im Gegensatz zu Umfragen) über die Wirksamkeit von nonlethalen Maßnahmen des Herdenschutzes, sind rar (Miller et al., 2016; Eklund et al., 2017; Macon et al., 2018). Bisherige Untersuchungen zu Weidezäunen, die in der Weidetierhaltung zum Schutz vor Wölfen zum Einsatz kommen, haben sich vor allem auf deren Schutz-Effizienz fokussiert, also darauf, ob es während der Nutzung von unterschiedlichen Zaunsystemen wie Elektro-Weidenetzen (u.a. Cortés, 2007; Van Liere & Dwyer, 2013; Wam et al., 2004) oder Lappenzäunen (u.a. David-Nelson & Gehring, 2010; Musiani & Visalberghi, 2001), zu von Wölfen verursachten Schäden an Weidetieren kam. Weitestgehend unerforscht war bisher, wie Wölfe Zäune überwinden bzw. wie sie sich ihnen gegenüber generell verhalten, bevor es zu Übergängen kommt und ob unterschiedliche Zäune das Verhalten der Wölfe beeinflussen (Lüthi et al., 2016). Es waren lediglich vereinzelte Beobachtungen von Wölfen bei Zaunübertritten, sowie dokumentierte Indizien wie Fellreste oder Grabspuren an Zäunen bekannt (Reinhardt et al., 2012; Van Liere & Dwyer, 2013; Faß et al., 2016). Durch die Masterarbeit sollten für die Weidetierhaltung weitere praxisrelevante Erkenntnisse gewonnen werden: Zur Risikobewertung von traditionellen und neuen, speziell entwickelten Schutz-Zäunen und als Voraussetzung um Zaunsysteme bei Bedarf abzuändern bzw. zu verstärken, damit Wölfe möglichst gut abgehalten werden. Von Interesse war es daher, das Annäherungs- und Erkundungsverhalten von Wölfen gegenüber im Herdenschutz genutzten Zäunen zu untersuchen, um mögliche abschreckende Auswirkungen von Farbe, Form, Höhe, Elektrifizierung der Zäune sowie Strategien der Wölfe, um diese zu überwinden besser einschätzen zu können. Hierzu wurden vom 05.09. bis 18.11.2017 videografierte Versuchsreihen zum Verhalten von drei in Gehegen lebenden Wolfsrudeln (3 bis 5 Versuche pro Rudel über jeweils 4 Versuchstage) gegenüber einem nicht-elektrifizierten und elektrifizierten, weiß-blauen Zwei-Litzen-Zaun und drei unterschiedlichen, elektrifizierten Weidenetzen, die für den Herdenschutz entwickelt wurden, durchgeführt: Einem schwarz-weißen, 106 cm hohen, sowie einem weißen und blau-weißen Zaun mit einer Höhe von jeweils 90 cm. Das Wolfsverhalten wurde mittels eines zu diesem Zweck erstellten Verhaltenskatalogs protokolliert und 9 Hypothesen statistisch ausgewertet.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass scheinbar weder der getestete Zwei-Litzen-Zaun, noch die drei Weidenetze optisch eine besonders abschreckende Wirkung auf die Wölfe hatte, doch wurde ein Zaun, sofern er elektrifiziert war, innerhalb von 4 Versuchstagen (96 h) als Grenze respektiert. Die Resultate bieten ebenfalls einen Hinweis darauf, dass Wölfe das Interesse an einem Zaun verlieren könnten, wenn sie es nicht schaffen, diesen zu überwinden. Dies unterstreicht die Theorie der Kosten-Nutzen-Bilanz, der zur Folge sich die Wölfe nach einfacheren Optionen orientieren würden, um an Nahrung zu kommen.

Dieser Punkt wiederum untermauert die Aussage des DBBW (2020), dass Wolfsübergriffe in manchen Gebieten zurückgehen, nachdem sich die Nutztierhalter auf die Anwesenheit von Wölfen eingestellt haben und entsprechende Maßnahmen zum Schutz der Weidetiere ergreifen und wäre eine positive Nachricht für den Herdenschutz. Auch Salvatori & Mertens (2012) stellten im Rahmen des „Life COEX“ Projekts fest, dass nach der Installation von Elektrozäunen die Schäden durch Wolfsangriffe zwischen 2004 und 2008 in Portugal um 100 %, in Spanien um 99 % und in Italien um 58 % zurück gingen. Hansen (2018) ermittelte bei einer Analyse von 40 Wolfsattacken in der Schweiz, dass die meisten Passagen (16) bei nicht oder nur teilweise elektrifizierten Zäunen stattfanden und lediglich ein Übergang bei elektrifiziertem Zaun. Macon et al. (2018) schätzen die Nutzung von temporären Elektrozäunen ebenfalls in manchen Fällen als effektiv ein, weisen aber auch darauf hin, dass Topographie, Lebensraumtyp, Weidegröße, Weidetierart, wilde Huftierpopulationen und die Art der Raubtiere die Wirksamkeit von Umzäunungen beeinflussen. Ob die in der Masterarbeit getesteten Zäune einen anhaltenden Schutz vor Wölfen leisten könnten, übersteigt die Aussagekraft der Untersuchungen, doch ist die Möglichkeit eines kurzfristigen Schutzes gegeben (beispielsweise bei einem regelmäßigen Wechsel von Weideflächen).

Die Resultate der Masterarbeit haben ferner gezeigt, dass der Bodenbereich aller Zauntypen bei der Erkundung und Überwindung der Zäune besonders im Fokus der Wölfe stand (u.a. wurde der nicht-elektrifizierte Zwei-Litzen-Zaun unter der unteren Litze hindurch, durch graben einer Mulde, passiert), was sich mit Einschätzungen von Reinhardt et al. (2012), Lüthi et al. (2016) und Faß (2018) deckt. Die Ergebnisse untermauern daher die Vorzüge elektrifizierter Zäune mit Bodenlitze oder alternativen Sicherungen des Bodenbereiches für die praktische Anwendung in der Weidetierhaltung.

Die Wölfe versuchten weder den Zwei-Litzen-Zaun, noch die Weidenetze zu überspringen, doch zeigt der Vergleich zwischen den Rudeln, dass niedrigere Zaunsysteme (≤ 90 cm) häufiger oberhalb als im Bodenbereich erkundet werden könnten. Um sicherzugehen, dass Wölfe nicht doch versuchen würden, diese niedrigeren Zäune zu überspringen, könnte deshalb die Empfehlung von entweder höheren Zäunen (≥ 105 cm) oder einem zusätzlichen Überkletterschutz bzw. Lappenzaun sinnvoll sein: Wam et al. (2004) verglichen Zaunparamter von norwegischer Weidetierhaltung ohne und mit Wolfsübergriffen und stellten dabei fest, dass es bei Zäunen mit einer Minimumhöhe von 110 cm zu keinen Schäden an Weidetieren kam; Van Liere & Dwyer (2013) empfehlen Elektrozäune, die sogar höher als 145 cm sind, da in ihrer Umfrage zwei slowenische Weidetierhalter angegeben hatten, Wölfe dabei beobachtet zu haben, solche Zäune zu überspringen; Kanadische Experimente von Musiani et al. (2003) suggerieren, dass Lappenzäune effektiv sind um wildlebende Wölfe für ca. 60 Tage von Weidetieren fernzuhalten und auch David-Nelson & Gehring (2010) belegten in ihrer Studie den Vorteil von Lappenzäunen.

Die Analysen der Masterarbeit geben keine Hinweise darauf, dass ein blaues Weidenetz abschreckender auf die Wölfe wirkte als ein weißes Weidenetz, obwohl Wölfe wahrscheinlich im blauwelligen Bereich sehen können. Stattdessen wäre es möglich, dass bei einem Weidenetz ein starker Hell-Dunkel-Kontrast, eine hohe Anzahl an waagerechten Litzen sowie eine insgesamt engere Maschenbreite in Kombination mit einer Gesamthöhe von ca. 105 cm mehr Eindruck bei den Wölfen hinterlässt.
Zu Bedenken ist bei der Nutzung von Zaunsystemen, dass sie, je nach Beschaffenheit des Zaunes und Größe der umzäunten Weidefläche, einen negativen Einfluss auf den Lebensraum, insbesondere seine Tierwelt, haben können: U. a. können Äsungsflächen für unterschiedliche Tierarten entfallen und die Zäune selbst, in denen sich beispielsweise wilde Ungulaten verheddern können, stellen eine potentielle Verletzungsgefahr dar (Hackländer, 2020).

Für eine größere Aussagekraft der Ergebnisse wäre weitere Verhaltensforschung an Wölfen zur Beurteilung von Herdenschutzzäunen wünschenswert. Vorteilhaft wäre die Untersuchung von Zäunen, die auch ein möglichst geringes Potential an negativen Einflüssen auf den Lebensraum bergen könnten (beispielsweise Lappenzäune). Besonders interessant wären entsprechende Untersuchungen im Freiland, bzw. verifizierbares Videomaterial von Wölfen in der Nähe von geschützten Weidetieren. Anbieten würden sich hierfür Flächen von Nutztierhaltern, bei denen es bereits zu Übergriffen auf Weidetiere kam. Auch weitere bereits bekannte Wolfsterritorien wären für Forschungszwecke theoretisch denkbar. Was die Verhaltensanalyse betrifft, so hat sich im Rahmen dieser Masterarbeit gezeigt, dass ein Verhaltenskatalog nicht so komplex sein müsste wie der verwendete, um gut verwertbare Daten zu erzielen. Der Großteil der Daten musste für die statistischen Modelle nochmals vereinfacht werden, um signifikante Ergebnisse zu erzielen. Andererseits könnte sich der vorhandene Datensatz für weitere Analysen eignen, beispielsweise zur Betrachtung des Individualverhaltens, was aus zeitlichen Gründen nicht im Rahmen der Masterarbeit durchgeführt werden konnte. Zudem darf auch weitere Grundlagenforschung nicht unterschätzt werden: Während der Studie wurde ersichtlich, dass manche Fähigkeiten, die Wölfen zugesprochen werden, scheinbar lediglich von Untersuchungen an Hunden abgeleitet wurden, beispielsweise die Farbwahrnehmung. Dass Wölfe vorwiegend Farben im blauwelligen Bereich wahrnehmen und nicht beispielswese auch Rot und Gelb farblich unterscheiden könnten, wie von Asa & Mech (1995) vermutet, ist bisher nicht belegt worden. Hierzu könnten mittels Elektroretinogramm die Netzhautfunktionen von Wölfen untersucht werden, beispielsweise nach dem Vorbild der Photopigmentuntersuchungen von Jacobs et al. (1993) an Hunden und Füchsen.

Wäre es nicht umsichtig (wenn nicht aus ethischen Gründen verpflichtend) in einer Zeit, in der Stimmen zu „wolfsfreien“ Zonen beispielsweise in Deutschland laut werden, den derzeitigen Forschungsstandard bezüglich der Wolfsthematik in Europa zu erhöhen, anstatt bisherige, positive Entwicklungen des Artenschutzes durch vorschnelle politische Entscheidungen zu gefährden? Es soll an dieser Stelle nicht ausgeschlossen werden, dass im Wolfsmanagement auch die Entnahme von auffälligen Individuen nötig sein kann. Doch unser Wissen zu nonlethalen Maßnahmen, Wölfe von Weidetieren abzuhalten, ist noch nicht ausgeschöpft.

Um es in den Worten von Marie Curie zu formulieren: „Wir müssen nichts im Leben fürchten, wir müssen es nur verstehen. Jetzt ist die Zeit da, um mehr zu verstehen, so dass wir uns weniger fürchten müssen.“

Literaturverzeichnis

aid Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V (2016). *Sichere Weidezäune*. Bonn: aid Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V.

Asa, C. & Mech, L. D. (1995). A review of the sensory organs in wolves and their importance to life history. In L. Carbyn, S. Fritts & D. Seip (Eds.), *Ecology and conservation of wolves in a changing world* (S. 287 – 291). Alberta: Canadian Circumpolar Institute.

Awater-Esper, S. (2019). EU dringt auf Herdenschutzmaßnahmen gegen den Wolf. Abgerufen 28. Februar 2021, von https://www.topagrar.com/management-und politik/news/eu-dringt-auf-nationale-herdenschutzmassnahmen-gegen-den-wolf 10369353.html?upgrade=true

Bekoff, M. (2010). *The Emotional Lives of Animals: A Leading Scientist Explores Animal Joy, Sorrow, and Empathy - and why They Matter*. Novato, California: New World Library.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015). *Bericht zur Lebensweise, zum Status und zum Management des Wolfes (Canis lupus) in Deutschland (2015).* Deutscher Bundestag, Ausschuss für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Ausschussdrucksache 18(16)313 zum Fachgespräch am 04.11.15.). Abgerufen 28. Dezember 2020, von https://www.bundestag.de/ resource/blob/393542/5e21bfea995e1f0f0f19271d442f65d/bericht-bmub-data.pdf

Boitani, L. (2018). *Canis lupus* (errata version published in 2019). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T3746A144226239.

Bundesamt für Naturschutz BfN (2019). *Der Wolf (Canis lupus) - Bestand, Prävention und Einschätzung von Wolfsverhalten* (Pressehintergrund vom 02.12.2019). Abgerufen 28. Dezember 2020, von https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/presse/2019/ Dokumente/2019_12_02_Pressehintergrund_Wolf_2019_bf.pdf

Bundesamt für Umwelt BAFU (2016). *Richtlinie des BAFU zum Herden- und Bienenschutz Grundsätze zur Erprobung.* Abgerufen 28. Dezember 2020, von http://www.protectiondestroupeaux.ch/fileadmin/doc/Anhang_Richtlinie_HS/1_Richtlinie_des_BAFU_zum_Herden-_und_Bienenschutz_Verlaengerung_2018_DE_finale.pdf

Chapron, G., Kaczensky, P., Linnell, J. D. C., Von Arx, M., Huber, D., Andrén, H. ... Boitani, L. (2014). Recovery of large carnivores in Europe's modern human dominated landscapes. *Science, 346*, 1517 – 1519. https://doi.org/10.1126/science.1257553

Chapron, G. & Treves, A. (2016). Blood does not buy goodwill: Allowing culling increases poaching of a large carnivore. *Proceedings of the Royal Society B, 283*(1830), 20152939. https://doi.org/10.1098/rspb.2015.2939

Cortés, Y. (2007). *Electric fences and conventional fences- a balance of a two-year study in Spain*. Proceedings Symposium: Large Carnivores and Agriculture Comparing Experiences across Italy and Europe, Assisi, LIFE COEX Report Action F4, 19 – 20.

David-Nelson, S. J. & Gehring, T. M. (2010). Testing fladry as a nonlethal management tool for wolves and coyotes in Michigan. *Human–Wildlife Interactions, 4*(1), 87 – 94.

DBBW: Dokumentations- und Beratungsstelle des Bundes zum Thema Wolf (2020). *Wolfsverursachte Schäden, Präventions- und Ausgleichszahlungen in Deutschland 2019.* Abgerufen 28. Dezember 2020, von https://www.dbb-wolf.de/mehr/literatur-download/berichte-zu-praevention-und-nutztierschaeden

DBBW: Dokumentations- und Beratungsstelle des Bundes zum Thema Wolf (2021). Wolfsterritorien in Deutschland 2020/21. Abgerufen 1. Februar 2021, von https://www.dbb-wolf.de/Wolfsvorkommen/territorien/karte-der-territorien

DBBW: Dokumentations- und Beratungsstelle des Bundes zum Thema Wolf (2021). Karte der Totfunde von Wölfen in Deutschland. Abgerufen 23. Februar 2021, von https://www.dbb-wolf.de/totfunde/karte

Eklund, A., López-Bao, J., Tourani, M., Chapron, G. & Frank, J. (2017). Limited evidence on the effectiveness of interventions to reduce livestock predation by large carnivores. *Scientific Reports, 7*(1), 2097. https://doi.org/10.1038/s41598-01702323-w

Faß, F., Holy, M., Pump, L., Gödecke, K., Schuhmacher, T., Eilers, B., … Niehues, M. (2016). *Bericht zur Analyse der dokumentierten Wolfsübergriffe auf Nutztiere in den niedersächsischen Landkreisen Diepholz, Vechta und Oldenburg im Zeitraum vom 01.11.2014 bis 31.01.2016.* Abgerufen 28. Dezember 2020, von https://www.wolfcenter.de/wp-content/uploads/2019/03/PDF_2016_02_08_ Bericht_ Analyse_ NTR__LK_DH_VEC_OL__Nov2014_bis_Jan2016.pdf

Faß, F. (2018). *Wildlebende Wölfe: Schutz von Nutztieren - Möglichkeiten und Grenzen.* Stuttgart: Müller Rüschlikon Verlag.

Feldmann, H. & Herzog, S. (2018). *Konfliktmanagement - Herdenschutzhunde im Einsatz.* Lindau: AGRIDEA.

Fox, J. & Weisberg, S. (2019). *An R Companion to Applied Regression* (Third Edition). Thousand Oaks CA: Sage.
URL: https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/

Fox, M. (1970). A comparative study of the development of facial expressions in canids: Wolf, coyote and foxes. *Behaviour*, *36*(1-2), 49 – 73.
https://doi.org/10.1163/156853970X00042

Fox, M. (1973). Social Dynamics of Three Captive Wolf Packs. *Behaviour*, *47*(3-4), 290 – 301.

Gómez-Sánchez, D., Olalde, I., Sastre, N., Enseñat, C., Carrasco, R., Marques Bonet, T., Lalueza-Fox, C., Leonard, J. A., Vilà, C. & Ramírez, O. (2018). On the path to extinction: Inbreeding and admixture in a declining grey wolf population. *Molecular Ecology, 27*(18), 3599 – 3612. https://doi.org/10.1111/mec.14824

Hackländer, K. (2020). *Er ist da - Der Wolf kehrt zurück.* Salzburg - München:
Ecowin Verlag.

Hackländer, K., Daim, A., Bayer, K., Kantelhardt, J., Hinterseer, A. C., Niedermayr, A., Kapfer, M., Pröbstl-Haider, U., Mostegl, N., Schlegel, A., Hödl, C., Kriechbaum, M., Splechtna, B., Pennerstorfer, J., Pröbstl, F. & Seiberl, M. (2019). *Gutachterliche Stellungnahme zu den Auswirkungen von rückkehrenden Wölfen auf Landwirtschaft und traditionelle Weidehaltung, Freizeit- und Erholungswirtschaft, Jagd- und Forstwirtschaft sowie Biodiversität im Ostalpenraum.* BOKU-Berichte zur Wildtierforschung und Wildbewirtschaftung 23. Universität für Bodenkultur Wien. Abgerufen 25. Februar 2021, von https://boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/ H83000/ H83200/Publikationen/BOKU_Berichte_zur_Wildtierforschung_23.pdf

Hansen, K. (2018). *Effectiveness of Fences as Livestock Protection* (Masterarbeit, Universität Innsbruck u. Freie Universität Bozen). Protectiondestroupeaux.ch. http://www.protectiondestroupeaux.ch/en/projekte/effectiveness-of-fences-as livestock-protection-klara-hansen-2018/

Hilfiker, D., Mettler, D. & Ineichen, P. (2015). *Einsatz von Lamas für den Herdenschutz.* Lindau: AGRIDEA.

Hinterseer, A., Niedermayr, A., Kapfer, M. & Kantelhardt, J. (2019). Die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen der Rückkehr des Wolfes auf die Almwirtschaft. In K. Hackländer (Hrsg.), *Der Wolf im Spannungsfeld von Land- & Forstwirtschaft, Jagd, Tourismus und Artenschutz* (S. 63 – 82). Graz - Suttgart: Leopold Stocker Verlag.

Hothorn, T., Hornik, K. & Zeileis, A. (2006). *Unbiased Recursive Partitioning: A Conditional Inference Framework* (Research Report Series 8, Department of Statistics and Mathematics Wirtschaftsuniversität Wien). Abgerufen 28. Dezember 2020, von https://epub.wu.ac.at/676/1/document.pdf

Jacobs, G., Deegan, J., Crognale, M. & Fenwick, J. (1993). Photopigments of dogs and foxes and their implications for canid vision. *Visual Neuroscience*, *10*(1), 173 – 180. https://doi.org/10.1017/S0952523800003291

Kaczensky, P. (1996): *Large Carnivore - Livestock Conflicts in Europe.* NINA Studie. München: Wildbiologische Gesellschaft München e.V.

Kaczensky, P. (1999). Large carnivore depredation on livestock in Europe. *Ursus, 11*, 59 – 72.

Kaczensky, P., Chapron, G., von Arx, M., Huber, D., Andrén, H. & Linnell, J. (2013). *Status, management and distribution of large carnivores - bear, lynx, wolf & wolverine - in Europe. Part 1 - Europe summaries* (Report: 1 - 72. A Large Carnivore Initiative for Europe Report prepared for the European Commission). Abgerufen 28. Dezember 2020, von http://www.europarc.org/wp-content/uploads/2017/02/Kaczensky_et_al_2013_Status_management_and_distribution_of_large_ carnivores_in_Europe_1.pdf

Kassambara, A. (2021*). rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests.* R package version 0.7.0. Abgerufen 28. Februar 2021, von https://CRAN.R project.org/package=rstatix

Koordinierungsstelle für den Braunbären, Luchs und Wolf (2012). *Wolfsmanagement in Österreich. Grundlagen und Empfehlungen (*Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie, Veterinärmedizinische Universität Wien). Abgerufen 28. Dezember 2020, von https://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/fiwi/Publikationen/20130125_MP_Wolf_Oesterreich_web.pdf

KORA - Raubtierökologie und Wildtiermanagement (2021). Wolfsnachweise in der Schweiz. Abgerufen 1. Februar 2021, von https://www.kora.ch/index.php?id=290

LCIE: Large Carnivore Initiative for Europe (2021). Wolf – *Canis lupus.* Abgerufen 23. Februar 2021, von https://www.lcie.org/Large-carnivores/Wolf-

Liberg, O., Chapron, G., Wabakken, P., Pedersen, H., Hobbs, N. & Sand, H. (2012). Shoot, shovel and shut up: cryptic poaching slows restoration of a large carnivore in Europe. *Proceedings of the Royal Society B, 279*, 910 – 915. https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1275

López-Bao, J V., Blanco, J. C., Rodríguez, A., Godinho, R., Sazatornil, V., Alvares, F.; García E. J., Llaneza, L., Rico, M., Cortés, Y., Palacios, V. & Chapron, G. (2015).Toothless wildlife protection laws. *Biodiversity and Conservation, 24*(8), 2105 – 2108. https://doi.org/10.1007/s10531-015-0914-8

Lüthi, R., Hilfiker, D., Landry, J. M. & Tolon, V. (2016). *Pilotprojekt zum Verhalten von Wölfen gegenüber Zäunen in der Landwirtschaft.* Lindau: AGRIDEA.

Macon, D., R. Baldwin, D. Lile, J. Stackhouse, C. K. Rivers, T. Saitone, T. Schohr, L. Snell, J. Harper, R. Ingram, K. Rodriguez, L. Macaulay & Roche, L. (2018). *Livestock protection tools for California ranchers*. Davis, California: University of California Agriculture and Natural Resources.

Markham, D., Hilton, P., Tompkins, J., Hochsprung, D., Schreiner, D. & Yohe, G. (1993). Guard llamas - an alternative for effective predator management. *International Llama Association. Educational Brochure 2*. Abgerufen 28. Dezember 2020, von https://www.sprucelane.com/guardllamas.pdf

Marshall-Pescini S., Virányi Z., Kubinyi E. & Range F. (2017) Motivational Factors Underlying Problem Solving: Comparing Wolf and Dog Puppies' Explorative and Neophobic Behaviors at 5, 6, and 8 Weeks of Age. *Frontiers in Psychology, 8*, 180. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00180

Masius, P. & Sprenger, J. (2012). Die Geschichte vom bösen Wolf - Verfolgung, Ausrottung und Wiederkehr / The tale of the evil wolf - persecution, extirpation, return. *Natur und Landschaft - Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege. (87)*1, 11 – 16.

Mech, L. D. & Boitani, L. (2003). *Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation*. Chicago: The University of Chicago Press.

Merrill, S. & Mech, L. D. (2000). Details of Extensive Movements by Minnesota Wolves (*Canis lupus*). *The American Midland Naturalist, 144*(2), 428 – 433. https://doi.org/10.1674/0003-0031(2000)144[0428:DOEMBM]2.0.CO;2

Mertens, A., Promberger, C. & Gheorge, P. (2002). Testing and implementing the use of electric fences for night corrals in Romania*. Carnivore Damage Prevention News,* 5, 2 – 5.

Miller, J., Stoner, K., Cejtin, M., Meyer, T., Middleton, A. & Schmitz, O. (2016). Effectiveness of contemporary techniques for reducing livestock depredations by large carnivores. *Wildlife Society Bulletin*, *40*(4), 806 – 815. https://doi.org/10.1002/wsb.720

Musiani, M. & Visalberghi, E. (2001) Effectiveness of Fladry in Wolves in Captivity. *Wildlife Society Bulletin, 29*(1), 91 – 98.

Musiani, M., Mamo, C., Boitani, L., Callaghan, C., Gates, C.C., Mattei, L., Visalberghi, E., Breck, S. & Volpi, G. (2003). Wolf Depredation Trends and the Use of Fladry Barriers to Protect Livestock in Western North America. *Conservation Biology*, *17*(6), 1538 – 1547. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00063.x

Nießner, C., Denzau, S., … Malkemper, E. (2016). Cryptochrome 1 in Retinal Cone Photoreceptors Suggests a Novel Functional Role in Mammals. *Scientific Reports, 6*(1), 21848. https://doi.org/10.1038/srep21848

ÖZ: Österreichzentrum Bär, Wolf, Luchs (2019). *Vorstellung des Österreichzentrum Bär, Wolf, Luchs* [Pressemeldung]. Abgerufen 1. März 2021, von https://baer-wolf luchs.at/download/presse/%C3%96Z_Pressetext.pdf

ÖZ: Österreichzentrum Bär, Wolf, Luchs (2021). Verbreitungskarten. Abgerufen 1. Februar 2021, von https://baer-wolf-luchs.at/verbreitungskarten.htm

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Abgerufen 6. Februar 2021, von https://www.R-project.org/

Reinhardt, I. & Kluth, G. (2007). *Leben mit Wölfen - Leitfaden für den Umgang mit einer konfliktträchtigen Tierart in Deutschland* (BfN-Skripten 201). Abgerufen 28. Dezember 2020, von https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/artenschutz/Dokumente/ Leben_mit_Woelfen.pdf

Reinhardt I., Rauer J., Kluth G., Kaczensky P., Knauer F., Wotschikowsky U. (2010). Synopse und Bewertung existierender Präventions- und Kompensationsmodelle. *Projektteam Rahmenplan Wolf. 2010. Grundlagen für Managementkonzepte für die Rückkehr von Großraubtieren - Rahmenplan Wolf. Final Report.* Bonn: Bundesamt für Naturschutz.

Reinhardt, I., Rauer, G., Kluth, G., Kaczensky, P., Knauer, F., & Wotschikowsky, U. (2012). Livestock protection methods applicable for Germany - a Country newly recolonized by wolves. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy, 23*(1), 62 – 72. https://doi.org/10.4404/hystrix-23.1-4555

Salvatori, V. & Mertens, A. (2012). Damage prevention methods in Europe: experiences from LIFE nature projects. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, *23*(1), 73 – 79. https://doi.org/10.4404/hystrix-23.1-4548

Sarrias, M. & Daziano, R. (2017). Multinomial Logit Models with Continuous and Discrete Individual Heterogeneity in R: The gmnl Package. *Journal of Statistical Software*, *79*(2), 1 – 46. https://doi.org/10.18637/jss.v079.i02

Schenkel, R. (1947). Ausdrucks-Studien an Wölfen. B*ehaviour*, 1(2), 81 – 129.

Sepúlveda, M. A., Singer, R. S., Silva-Rodríguez, E., Stowhas, P., Pelican, K. (2014). Domestic Dogs in Rural Communities around Protected Areas: Conservation Problem or Conflict Solution? *PLoS ONE, 9*(1), e86152. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086152

Solov'yov, I. A., Schulten, K. & Greiner, W. (2010). Die Navigation von Vögeln und anderen Tieren im Magnetfeld. *Physik Journal, 9*(5), 23 – 28.

Van Liere, D. Van & Dwyer, C. (2013). Farm characteristics in Slovene wolf habitat related to attacks on sheep. *Applied Animal Behaviour Science, 144*(1–2), 46 – 56. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.12.005

Wagner, C., Holzapfel, M., Kluth, G., Reinhardt, I., Ansorge, H. (2012). Wolf (*Canis lupus*) feeding habits during the first years of its occurence in Germany. *Mammalian Biology, 77*(3), 196 – 203. https://doi.org/10.1016/j.mambio.2011.12.004

Wam, H. K., Dokk, J. G. & Hjeljord, O. (2004). Reduced Wolf Attacks on Sheep in Østfold Norway using Electric Fencing. *Carnivore Damage Prevention News, 7*, 12 – 13.

Weirich, O. (2017). Wachstumsmodell der Wolfspopulation. Abgerufen 23. Dezember 2020, von https://wolfsmonitor.de/?p=10958

Weisse, J. (2014). *Magnetorezeption bei Säugetieren* (Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades, Fakultät der Biologie, Universität Duisburg-Essen). Abgerufen 28. Dezember 2020, von https://d-nb.info/1067055223/34

Wohlfarth, A. & Enssle, J. (2017). *Abschlussbericht zum Projekt „Durchführung von Herdenschutzmaßnahmen in der Weidetierhaltung in Baden-Württemberg“.* Stuttgart: Landesschafzuchtverband Baden-Württemberg e. V., NABU Landesverband Baden-Württemberg e. V.

Wotschikowsky, U. (2014). Wie viel Wolf verträgt das Land? Abgerufen 11. März 2021, von http://woelfeindeutschland.de/wie-viel-wolf-vertraegt-das-land/

Zimen, E. (2003). *Der Wolf.* Stuttgart: Franckh-Kosmos-Verlags-GmbH & Co.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verbreitungsgebiete des Wolfes in Europa 2012 – 2016…..... 9
Abbildung 2: Entwicklung der wolfsverursachten Nutztierschäden in Deutschland von 2000 bis 2019 12
Abbildung 3: Entwicklung der wolfsverursachten Nutztierschäden in der Schweiz von 1999 bis 2019 13
Abbildung 4: Entwicklung der wolfsverursachten Nutztierschäden in Österreich von 2008 bis 2016.. 13
Abbildung 5: Eurasischer Wolf gräbt vor einem Zwei-Litzen-Zaun, in Anwesenheit eines zweiten Individuums (links). Polarwolf beschnuppert den Boden vor dem orangefarbenen Weidenetz (rechts)…. 21
Abbildung 6: Bildausschnitt aus dem Gehege des Polarwolfrudels….....29
Abbildung 7: Bildausschnitt aus dem Gehege des „kleinen“ eurasischen Wolfrudels. 30
Abbildung 8: Bildausschnitt aus dem Gehege des „großen“ eurasischen Wolfrudels. 30
Abbildung 9: Kunststoff-Litze „Fence Power“ 39
Abbildung 10: Plus-Minus-Weidezaunnetz. 40
Abbildung 11: Herdenschutzzaun „turbomax high energy 90“ 41
Abbildung 12: Blau-weißes Weidenetz (Prototyp) der Eider Landgeräte GmbH. 42
Abbildung 13: Gehegeplan mit Versuchsaufbau Rudel 1. 46
Abbildung 14: Gehegeplan mit Versuchsaufbau Rudel 2 47
Abbildung 15: Gehegeplan mit Versuchsaufbau Rudel 3 47
Abbildung 16: Beispiel für Versuchsaufbau 1 u. 2 mit Zwei-Litzen-Zaun (A) 49
Abbildung 17: Beispiel für Versuchsaufbau 3 u. 4 mit Weidenetzen (B) u. (D) 50
Abbildung 18: Weidenetz (C) mit zusätzlich gespannter Litze 51
Abbildung 19: Beispiel für „Schwachstellen“-Versuch 5 mit Zwei-Litzen-Zaun.....52
Abbildung 20: Links: Stromableitung (weiße Markierung). Rechts: Verlegung des geschützten Stromkabels ca. 5 cm unter den Boden……. 54
Abbildung 21: Beispiele für vorsichtiges, selbstsicheres und neutrales Verhalten. 57
Abbildung 22: Effekt der Zauntypen und Versuchstage auf das Verhalten der Wölfe. 66
Abbildung 23: Effekte der Weidenetze auf das Wolfsverhalten 68
Abbildung 24: Prozentuale Anteile der Kopfstellungen am Litzenzaun 69
Abbildung 25: Prozentuale Anteile der Kopfstellungen an den Weidenetzen.....70
Abbildung 26: Präsenzzeit der Wölfe am Zaun im Versuchsverlauf, ohne erfolgreiches Überwinden des Zaunes. 71
Abbildung 27: Präsenzzeit der Wölfe am Zaun im Versuchsverlauf, bei erfolgreichen Überwindungen des Zaunes an Tag 1, 2 und 4…….....71

Im Anhang:

Abbildung 28: Effekt der Zauntypen und Versuchstage auf das Verhalten des Polarwolfrudels…….....116
Abbildung 29: Effekt der Zauntypen und Versuchstage auf das Verhalten des „kleinen“ eurasischen Wolfrudels.....118
Abbildung 30: Effekt der Zauntypen und Versuchstage auf das Verhalten des „großen“ eurasischen Wolfrudels….....119
Abbildung 31: Effekte der Weidenetze auf das Verhalten des Polarwolfrudels.....123
Abbildung 32: Effekte der Weidenetze auf das Verhalten des „großen“ eurasischen Wolfrudels.....125
Abbildung 33: Präsenzzeit der Polarwölfe am Zaun im Versuchsverlauf, ohne erfolgreiches Überwinden des Zaunes.....129
Abbildung 34: Präsenzzeit des „kleinen“ eurasischen Wolfrudels am Zaun im Versuchsverlauf, ohne erfolgreiches Überwinden des Zaunes…….....131
Abbildung 35: Präsenzzeit des „großen“ eurasischen Wolfrudels am Zaun im Versuchsverlauf, ohne erfolgreiches Überwinden des Zaunes…….....133

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zahlen-Details zum Wolfsvorkommen im deutschsprachigen Raum, Monitoringjahr 2017/2018 10
Tabelle 2: Auswahl möglicher Formen von Herdenschutzmaßnahmen vor Wölfen. 16
Tabelle 3: Herdenschutzempfehlungen für kleine Nutztiere wie Schafe und Ziegen 17
Tabelle 4: Übersicht von in der Nutztierhaltung verwendeten Zaunkategorien 20
Tabelle 5: Phänotypische Merkmale des Polarwolfrudels 32
Tabelle 6: Phänotypische Merkmale des "kleinen" eurasischen Wolfrudels 34
Tabelle 7: Phänotypische Merkmale des "großen" eurasischen Wolfrudel 36
Tabelle 8: Detail-Übersicht der Zaunsysteme. 43
Tabelle 9: Versuchsreihen-Übersicht. 48
Tabelle 10: Überkategorien (Verhalten I) der im Verhaltenskatalog im Detail beschriebenen Verhaltensweisen (Verhalten II). 55
Tabelle 11: Unterschiede von Zone 1 u. 2 (je Rudel) bzgl. Präsenzzeiten bzw. „Verhalten II“ Variablen. 65
Tabelle 12: Mediane der Mindestabstände nach Zauntypen. 67
Tabelle 13: Mediane der Mindestabstände nach Versuchstagen 67
Tabelle 14: Prozentuale Anteile der Verhaltensweisen gegenüber Litzenzäunen und Weidenetzen. 67
Tabelle 15: Prozentuale Anteile der Verhaltensweisen gegenüber nicht-elektrifizierten (A) und elektrifizierten (Ae) Litzenzäunen, sowie Details des Erkundungsverhaltens. 72

Im Anhang:

Tabelle 16: Datenoutput Hypothese 1, Polarwolfrudel. 117
Tabelle 17: Datenoutput Hypothese 1, "kleines" eurasisches Wolfsrudel. 118
Tabelle 18: Datenoutput Hypothese 1, "großes" eurasisches Wolfsrudel. 120
Tabelle 19: Datenoutput Hypothese 2, Polarwolfrudel. 120
Tabelle 20: Datenoutput Hypothese 2, "großes" eurasisches Wolfsrudel. 122
Tabelle 21: Datenoutput Hypothese 3, Polarwolfrudel. 123
Tabelle 22: Datenoutput Hypothese 3, "großes" eurasisches Wolfsrudel. 125
Tabelle 23: Datenoutput Hypothese 4, Polarwolfrudel. 126
Tabelle 24: Datenoutput Hypothese 4, "kleines" eurasisches Wolfsrudel. 126
Tabelle 25: Datenoutput Hypothese 4, "großes" eurasisches Wolfsrudel. 127
Tabelle 26: Datenoutput Hypothese 5, Polarwolfrudel. 128
Tabelle 27: Datenoutput Hypothese 5, "großes" eurasisches Wolfsrudel. 128
Tabelle 28: Datenoutput Hypothese 6, Polarwolfrudel. 129

Tabelle 29: Datenoutput Hypothese 6, "kleines" eurasisches Wolfsrudel. 131
Tabelle 30: Datenoutput Hypothese 6, "großes" eurasisches Wolfsrudel. 133
Tabelle 31: Datenoutput Hypothese 8, Polarwolfrudel. 135
Tabelle 32: Datenoutput Hypothese 8, "kleines" eurasisches Wolfsrudel. 136
Tabelle 33: Datenoutput Hypothese 8, "großes" eurasisches Wolfsrudel. 137
Tabelle 34: Aufbauübersicht der Versuchsreihen. 139
Tabelle 35: Zeitplan der Versuchsreihen 140

Anhang

Catalog of behavior

Revised within the framework of the master thesis
« Approaching and explorational behavior of wolves (*Canis lupus*) towards selected livestock fence systems »
by Anna Kirsch
original created by Daniela Hilfiger, Riccarda Lüthi and Jean-Marc Landry

Table 1: State Behaviors of Wolves and Definitions
→State behaviors are generally long-term behaviors (at least 3 sec). Here, we note the duration of the behavior and the manner (eg. With caution or self-assurance)
→Behavior II must be completed for each behavior I as the analysis proceeds.
→It will be necessary to use a "Behavior II" video to illustrate the behavioral catalog (very useful for others to understand our definition of each behavior II.) For example, the behavior of the approaching wolf with caution or with self-assurance towards the fence.

Behavior I	***Behavior II***	***Code***	***Description***
Approach		**a**	**Behavior within zone 1 & 2. The animal moves towards the fence, the head is held in the direction of the fence. We note the manner of moving forward (wk, trt, rn).**
	Neutral approach	*na*	Wolf walks in a calm manner forward, ears in relaxed front position (er), tail below the back line (t3), maybe it does more or less ignore the fence while sniffing at the ground, carrying an object or shows interest about anything else but the fence
	Approach with caution	*ac*	The wolf hesitates, tail in t3, or t 3.5 or t4. Can stop before resuming. The head often changes position (passes h3 to h1 and vice versa). Ears back (eb) or constantly changing position (ec). (1)
	Approach with self-assurance	*asa*	The wolf advances towards the fence (walking, trotting or running) without hesitation or hectic movement. Tail in t1, t2 or t3. Head in h1 or h2, er or ep. (2)

	Approach with caution, while walking *Approach with caution, while trotting* *Approach with caution, while running* *Approach with self-assurance, while walking* *Approach with self-assurance, while trotting* *Approach with self-assurance, while running*	*wkac* *tac* *rac* *wkasa* *tasa* *rasa*	(1) While walking (1) While trotting (1) While running (2) While walking (2) While trotting (2) While running
Leaving	*Leaves zone neutral* *Leaves zone with caution* *Leaves zone with self-assurance*	*ex* *exn* *exc* *exsa*	**Manner of leaving zone 1 or 2 directly in the enclosure, without stops in zone 1, 2 or 3.** Wolf walks in a calm manner, ears in relaxed front position (er), tail below the back line (t3), maybe it does more or less ignore the fence while sniffing at the ground, carrying an object or shows interest about anything else but the fence. The wolf hesitates, tail in t3, or t 3.5 or t4. Can stop before resuming. The head often changes position (passes h3 to h1 and vice versa). Ears back (eb) or constantly changing position (ec). (1) The wolf leaves without hesitation or hectic movement. Tail in t1, t2 or t3. Head in h1 or h2, er or ep. (2)

	Leaves zone with caution, while walking	*exwc*	(1) while walking
	Leaves zone with caution, while trotting	*extc*	(1) while trotting
	Leaves zone with caution, while running	*exrc*	(1) while running
	Leaves zone with self-assurance, while walking	*exwsa*	(2) while walking
	Leaves zone with self-assurance, while trotting	*extsa*	(2) while trotting
	Leaves zone with self-assurance, while running	*exrsa*	(2) while running
Exploration		**e**	**Investigative behavior which concentrates at and in front of the fence. Behaviors noted from very close up to 3 meters. Body parts of the wolf may only partly (e.g. paws and snout) reach into zone 3 (beyond the fence) and under 3 seconds.**
	Explore with caution	*ec*	The wolf keeps on staring at the fence and acts with hesitation. Tail in t3, t3.5, t4. The head often changes position (passes h3 to h1 and vice versa). Looks around him. General body stature low or median. Ears back (eb) or constantly changing position (ec).
	Explore with self-assurance	*esa*	The wolf keeps on staring at the fence and acts in a calm manner without hectic movement. Tail in t1, t2 or t3. General body stature high (except when inspecting the bottom of the

			fence). Ears in relaxed front position (er) or pricked (ep)
Parallel movement		**pm**	**The wolf moves parallel to the fence in zone 1 or 2.**
	Neutral parallel movement	*npm*	Wolf walks in a calm manner, ears in relaxed front position (er), tail below the back line (t3), maybe it does more or less ignore the fence while sniffing at the ground, carrying an object or shows interest about anything else but the fence
	Parallel movement with caution	*pmc*	The wolf hesitates, tail in t3, or t 3.5 or t4. Can stop before resuming. The head often changes position (passes h3 to h1 and vice versa). Ears back (eb) or constantly changing position (ec). (1)
	Parallel movement with self-assurance	*pmsa*	Wolf acts without hesitation or hectic movement. Tail in t1, t2 or t3. Head in h1 or h2, ears in relaxed front position (er) or ears pricked (ep). (2)
	Walk along with caution	*wpmc*	(1) while walking
	Walk along with self-assurance	*wpmsa*	(2) while walking
	Trot along with caution	*tpmc*	(1) while trotting
	Trot along with self-assurance	*tpmsa*	(2) while trotting
	Run along with caution	*rpmc*	(1) while running
	Run along with self-assurance	*rpmsa*	(2) while running

Possible passage try		**pt**	**Behaviour which concentrates directly at the fence (within 1m). Body parts (e.g. legs and head) may reach into zone 3 (beyond the fence) for longer than 3 seconds.**
	Passage try at bottom area of fence	*ptb*	Every act in front of the fence which concentrates mainly at the ground like digging, scratching or slipping underneath the fence (1).
	Passage try through fence	*ptf*	Every act which concentrates mainly at the fence itself like holding the head through the fence (2).
	Passage try over fence	*pto*	Every acting which concentrates mainly across the upper side of the fence (3).
	Unspecific passage try	*ptun*	Acting switches regularly between 1 – 3.
Passage		*pas*	**The wolf managed to cross the fence (found on the other side in zone 3).**
Exit zone 3		ext	**The wolf leaves zone 3 (beyond the fence) to reach zone 1 or 2:**
	Leaves without	*ext*	Without meat
	Leaves with	*extm*	With meat
Social interaction			**Wolf behaviour towards other pack members within zone 1 + 2.**
	Plays with others	*pply*	running around each other, jumping on, wrestling, maybe snapping or biting without enough pressure to cause injury, further perform an invited chase, e.g. lower the front part of the torso while keeping the hind part upright holding the tail in t2 or t3 maybe wagging it, jump around and maybe kick the other wolf

	Dominant	*d*	Wolf dominates a pack member by riding up, standing above, standing tall, head high (h1), t1, t2, ep.
	Receives dominance	*redo*	Wolf is dominated by a pack member, h3, b2, b3, eb, t3.5, t4, lays down or flees.
	Aggressive attack	*aa*	Running or jumping approach towards another one, tail above back line (t1), ears pricked (ep) and sometimes raised hackles, often bites at the neck or muzzle, forcing the other on the ground and holding it there.
	Friendly interaction	*Frin*	Peaceful interaction with other pack members which is not playful, with body contact, sniffing at the other, tail waggling, grooming of the other.
	Observation of others	*Obo*	Stares at least 5 seconds at another pack member, ep, maybe following the other
	Neutral proximitry	*Npro*	Calm manner towards other pack members with little body or eye contact, ears in relaxed front position (er), tail below the back line (t3), maybe just standing, walking or trotting beside each other within 1 body length
	Begging	*Beg*	Begs for food of another pack member, submissive or elated, waggling at the other, licking its muzzle, maybe tapping with paw against the other or make noise
	Joining	*Joi [activity]*	Joins another pack member in its current activity, standing next to him (within one body-length). Activity will be filled into the code, e.g.: “joi[ec]”
	pleasing	*ple*	reacts on a behavior, e.g. begging for food by another wolf, which brings benefit to this pack member (e.g. when it receives food)

Other Behaviours			**The wolf has different behaviours near the enclosure (within zone 1 and 2) other than approach, exploration and social interaction.**
	Plays alone	*ply*	The wolf jumps or spins around without interaction with other pack members, maybe with an object between the jaws, shaking or carrying it, ears pricked (ep), tail in t1, t2 or t3, maybe waggling
	Rest	*rst*	The wolf rests laying or sitting.
	Eats	*eat*	The Wolf consumes meat, bones, mushrooms ect., swallowing
	Gnaws	*gnw*	The wolf bites on a bone, a piece of wood, etc. without swallowing all of it
	Stands around	*sta*	The wolf stands nearby, but does not look at the fence or interact with the fence at all.
	Stands around with self-assurance	*stasa*	The Wolf stands with tail in t1, t2 or t3. Head in h1 or h2, er or ep.
	Stands around with caution	*stac*	Wolf stands with tail in t3, or t 3.5 or t4. The head often changes position (passes h3 to h1 and vice versa). Ears back (eb) or constantly changing position (ec).
	grooming	*gr*	Nips, licks or scratches its fur or skin.
Negativ Experience			**The wolf gets a negative experience by touching the fence or in the immediate vicinity (up to 10 cm).**
	Flees	*flee*	Flees immediately, running out of zone 1 + 2, ears back (eb), tail beyond the hocks (t4).
	moving back	*mvb*	Fitfully moving back a few meters, but still resting in zone 1 or 2 ears back (eb), tail beyond the hocks (t4).

Table 2: Event Behaviors and Definitions
→Event behaviors are generally short-term behaviors (shorter than 3 seconds). They are noted whenever they appear. Here we note the frequency of the behavior, not the duration. We note how many times an event behavior appears while a state behavior.
→Note the events for all behaviors!

Event	**Code**	***Description***
Scratching	*scp*	uses one of the two front legs, but its action does not remove soil
Digging	*dig*	uses both front legs to clear or remove soil
Sniffs air	*sa*	sniffs the air around him, moving the tip of the snout in the air with the head in H1, not in direction of the fence
Sniffs ground	*sg*	sniffs the ground moving the tip of the snout along the ground
Sniffs fence	*sf*	Sniffs directly at the fence (distance not larger than ca. 10 cm) moving the tip of the snout
Sniffs fence direction	*sfd*	Sniffs in direction of the fence (distance from 10 cm up to 4 m) moving the tip of the snout
Paw	*pw*	Touches the fence with the paw
Nose	*nos*	Touches the fence with the nose
Teeth	*tth*	Bites into the fence
Watches	*wat*	Turns head in direction of the fence
Watches attentively	*wara*	Turns head in direction of the fence, stretching its neck as high as possible
Jumps against	*jpa*	jumps against the fence
Jumps over	*jpo*	jumps over the fence
Crosses through	*crs*	crosses the fence by passing between the two electrified wires
Slips under	*slun*	passes the fence by slipping under the bottom wire or under the net
Puts snout through	*psth*	sticks the snout through the fence
Puts snout under	*psu*	sticks the snout under the fence

Puts snout over	*pso*	holds the snout over the fence
Puts head under fence	*phu*	passes the head under the bottom wire
Puts head through fence	*phth*	passes the head between the wires
Puts head over fence	*pho*	passes the head across the upper side of the fence
Stretch	*str*	stretches its body or body parts
Raided Leg Urination	*rlu*	raises the leg to urinate
Squat Urination	*squ*	urinates the two hind legs flexed
Stand Urination	*stu*	urinates standing (under it)
Defecate	*def*	The wolf defecates
Over Marking	*om*	Wolf eliminates over the elimination of the first (often the alpha male over the elimination of the alpha female or vice versa).
Yawn	*y*	The wolf yawns
Flee	*fl*	jumps away with steps larger than 1m, eb, t3.5 or t4.
cringe	*cr*	Wolf cringes but does not run away, Eb, t3.5 or t4
Snaps	*s*	snaps after a pack member without touching the other
Bites	*b*	moves quickly forward and bites by closing the jaws and the teeth on another, possibly accompanied by showing the teeth
Muzzle bite	*muz*	clasps snout around the muzzle of another wolf which can be either soft or with pressure
Head shake	*hs*	shakes head vigorously from side to side with something between the jaws
Pilfer meat	*pm*	snatches meat from another wolf (when meat was within 1 body length next to this wolf) or takes it in a moment of unawareness of the other
Transfer meat active	*tma*	Carries meat to another wolf and allocates it
Transfer meat passive	*tmp*	Let another wolf take away its meat (which was within 1 body length next to it)

Receive meat active	*rma*	Receives meat actively shared by a pack member
Receive meat passive	*rmp*	Takes the meat of another pack member (when food was within 1 body length next to this wolf) which tolerates it
Snout licking	*sl*	Wolf touches pack member at snout with its tongue
Snarl	*sn*	Bares its teeth in interaction with a pack member
Turns away	*ta*	Turns its back towards the fence, Head in another direction than the fence, may take a few steps
Stops	*sto*	Stops moving forward for at least 3 seconds
Social interaction with [name]	*siw*	Number of social interactions (see behaviour II) with the respective pack member
Joining pack member	*joi [name]*	Name of the respective pack member which is joined in a behaviour II

Table 3: Behavioral Plans and Definitions
→ Serve to describe a Behavior II

Subject	***Code***	***Description***
Body posture	b1	High body position with unflexed legs
	b2	Median position of the body with slightly flexed legs
	b3	Low body position with clearly flexed legs
Head	h1	Head above the back line
	h2	Head aligned on the back line
	h3	Head below the back line
Tail	t1	Tail above the back line
	t2	Tail aligned on the back line
	t3	Tail below the back line
	t3.5	Tail touching the hocks
	t4	Tail between the hocks (under the belly)
Ear	er	Ears in relaxed front position
	eb	Ears back
	ep	Ears pricked
	ec	Ears constantly change position

Rudelvergleiche

Die jeweilige Pro-Rudel-Analyse besteht aus einer stichpunkthaltigen Beschreibung der Ergebnisse und aus den Roh-Ergebnissen der Datenanalyse (optisch nicht aufbereitet).

H1: *Alle getesteten Zauntypen haben zunächst eine abschreckende Wirkung auf die jeweiligen Rudel, welche jedoch im Verlauf eines Versuchs abnimmt („Gewöhnungseffekt“).*

Polarwolfrudel

- Zäune und Versuchstage haben signifikanten Effekt auf die Verhaltensweisen
- Zäune: Selbstbewusstes Verhalten („sa“) tritt prozentual häufiger auf, als vorsichtiges Verhalten („c“)
- Tag: Vorsichtiges Verhalten an Tag 1 am höchsten, dann (mit Ausnahme von Tag 4) abnehmend
- Mindestabstände zu Zäunen: Signifikant unterschiedlich, Median für ABC: 2m, für A: 1 m
- Mindestabstand je Tag: Signifikant unterschiedlich, Median Tag1 u. 3: 2m, Tag2,4,5: 1 m

➔ Hypothese wird nicht belegt

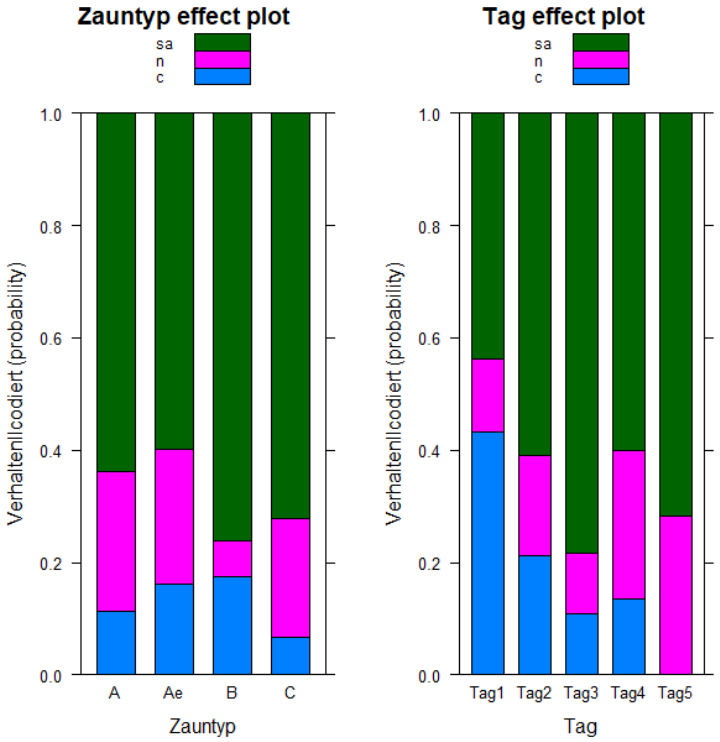


Abbildung 28: Effekt der Zauntypen und Versuchstage auf das Verhalten des Polarwolfrudels. A/Ae= blau-weißer Zwei-Litzen-Zaun nicht elektrifiziert/elektrifiziert, B= schwarz-weißes Weidenetz, C= weißes Weidenetz D= blau-weißes Weidenetz, „sa“=selbstbewusst, „n“=neutral, „c“=vorsichtig.

Tabelle 16: Datenoutput Hypothese 1, Polarwolfrudel.

```
> Anova(MLM.1, type="II")
Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: VerhaltenIIcodiert
         LR Chisq Df Pr(>Chisq)
Zauntyp   29.346  6  5.232e-05 ***
Tag       76.035  8  3.060e-13 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Medians:
NearestDAerecodiert NearestDArecodiert NearestDBrecodiert NearestDCrecodiert
  2                   1                   2                   2


Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 14.302, df = 3, p-value = 0.002521


Medians:
NearestDTag1recodiert NearestDTag2recodiert NearestDTag3recodiert
                    2                     1                     2
NearestDTag4recodiert NearestDTag5recodiert
                    1                     1


       Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 12.837, df = 4, p-value = 0.0121
```

„kleines“ eurasisches Wolfsrudel

- Versuchstage haben signifikanten Effekt auf Verhaltensweisen, Zäune nicht
- Zäune: Tendenziell häufiger selbstbewusstes Verhalten („sa“), als vorsichtiges V. („c“)
- Tag: Vorsichtiges Verhalten an Tag 2 am höchsten, insgesamt schwankend
- Mindestabstände zu Zäunen: Kein signifikanter Unterschied (Median 2 m)
- Mindestabstand je Tag: Signifikant unterschiedlich, Median Tag1 ,2,3,5: 2 m, Tag4: 1 m

➔ Hypothese wird nicht belegt

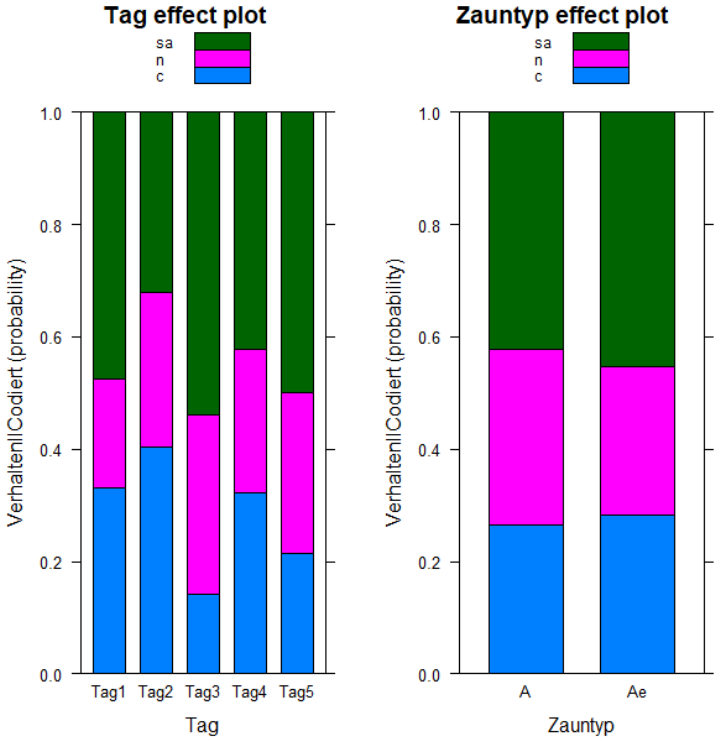


Abbildung 29: Effekt der Zauntypen und Versuchstage auf das Verhalten des „kleinen“ eurasischen Wolfrudels. A/Ae= blau-weißer Zwei-Litzen-Zaun nicht elektrifiziert/elektrifiziert, B= schwarz-weißes Weidenetz, C= weißes Weidenetz D= blau-weißes Weidenetz, „sa“=selbstbewusst, „n“=neutral, „c“=vorsichtig.

Tabelle 17: Datenoutput Hypothese 1, "kleines" eurasisches Wolfsrudel.

```
> Anova(MLM.1, type="II")
Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: VerhaltenIICodiert
        LR Chisq Df   Pr(>Chisq)
Tag       47.432  8 0.0000001268 ***
Zauntyp    1.994  2       0.3689
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Medians:
NearestDAerecodiert  NearestDArecodiert
                  2                  2

       Friedman rank sum test
```

```
Friedman chi-squared = 0.11848, df = 1, p-value = 0.7307

Medians:
NearestDTag1recodiert NearestDTag2recodiert NearestDTag3recodiert
                    2                     2                     2
NearestDTag4recodiert NearestDTag5recodiert
                    1                     2

        Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 20.259, df = 4, p-value = 0.0004438
```

„Großes“ eurasisches Wolfsrudel

- Zäune und Versuchstage haben signifikanten Effekt auf Verhaltensweisen
- Zäune: Selbstbewusstes Verhalten („sa“) tritt prozentual häufiger auf, als vorsichtiges Verhalten („c“)
- Tag: Vorsichtiges Verhalten an Tag 1 am höchsten, dann leicht schwankend
- Mindestabstände zu Zäunen: Signifikant unterschiedlich, Median für AAe: 2 m, für CD: 1m
- Mindestabstand je Tag: Signifikant unterschiedlich, Median Tag1: 3m, Tag2,3: 2 m, Tag 4,5: 1 m

➔ Hypothese wird nicht belegt

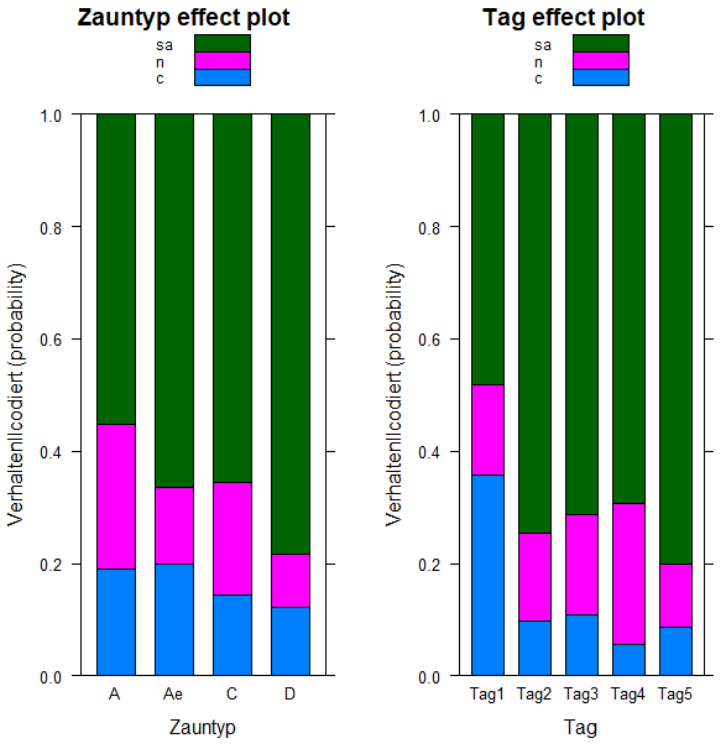


Abbildung 30: Effekt der Zauntypen und Versuchstage auf das Verhalten des „großen“ eurasischen Wolfrudels. A/Ae= blau-weißer Zwei-Litzen-Zaun nicht elektrifiziert/elektrifiziert, B= schwarz-weißes Weidenetz, C= weißes Weidenetz D= blau-weißes Weidenetz, „sa“=selbstbewusst, „n“=neutral, „c“=vorsichtig.

Tabelle 18: Datenoutput Hypothese 1, "großes" eurasisches Wolfsrudel.

```
> Anova(MLM.1, type="II")
Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: VerhaltenIIcodiert
         LR Chisq Df Pr(>Chisq)
Zauntyp   27.620  6  0.0001108 ***
Tag       91.079  8  2.808e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Medians:
NearestDAerecodiert  NearestDArecodiert  NearestDCrecodiert  NearestDDrecodiert
                  2                   2                   1                   1

       Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 46.486, df = 3, p-value = 4.471e-10

Medians:
NearestDTag1recodiert NearestDTag2recodiert NearestDTag3recodiert
                    3                     2                     2
NearestDTag4recodiert NearestDTag5recodiert
                    1                     1

       Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 87.973, df = 4, p-value < 2.2e-16
```

H2: *Die Weidenetze haben eine abschreckendere Wirkung auf die Wölfe als der Zwei-Litzen-Zaun.*

Polarwolfrudel

- Verhaltensweisen: Signifikanter Unterschied gegenüber Litzen und Weidenetzen
- Verhalten gegenüber Litzenzäunen vorsichtiger
- Mindestabstand: Signifikanter Unterschied gegenüber Litzen und Weidenetzen

➔ Hypothese wird nicht belegt

Tabelle 19: Datenoutput Hypothese 2, Polarwolfrudel.

```
Frequency table:
              VerhaltenIIBC
VerhaltenIIAAe  c  n sa
            c  22  5 31
            n   6  5 37
            sa 18 23 80

Total percentages:
         c    n   sa Total
c      9.7  2.2 13.7  25.6
n      2.6  2.2 16.3  21.1
sa     7.9 10.1 35.2  53.3
Total 20.3 14.5 65.2 100.0

       Pearson's Chi-squared test
X-squared = 18, df = 4, p-value = 0.001234

Medians:
AbstandAAerecodiert  AbstandBCrecodiert
```

1	2
Friedman rank sum test	
Friedman chi-squared = 4.4474, df = 1, p-value = 0.03496	

„Kleines“ eurasisches Wolfsrudel

(kein Vergleich zwischen Zwei-Litzen-Zaun und Weidenetzen möglich, wegen fehlender Versuchsreihen)

„Großes“ eurasisches Wolfsrudel

- Verhaltensweisen: Kein signifikanter Unterschied gegenüber Litzen und Weidenetzen
- Verhalten gegenüber Litzenzäunen tendenziell vorsichtiger
- Mindestabstand: Kein signifikanter Unterschied gegenüber Litzen und Weidenetzen

➔ Hypothese wird nicht belegt

Tabelle 20: Datenoutput Hypothese 2, "großes" eurasisches Wolfsrudel.

```
Frequency table:
                VerhaltenIICD
VerhaltenIIAAe   c   n  sa
             c    8  19  89
             n   13  12  46
             sa  20  17 107

Total percentages:
          c    n   sa Total
c       2.4  5.7 26.9  35.0
n       3.9  3.6 13.9  21.5
sa      6.0  5.1 32.3  43.5
Total 12.4 14.5 73.1 100.0

       Pearson's Chi-squared test
X-squared = 7.2897, df = 4, p-value = 0.1213

Medians:
AbstandAAerecodiert  AbstandCDrecodiert
                  2                   1

       Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 1.3065, df = 1, p-value = 0.253
```

H3: *Die abschreckende Wirkung der einzelnen Weidenetze ist unterschiedlich stark ausgeprägt.*

Polarwolfrudel

- Verhaltensweisen: Kein signifikanter Unterschied gegenüber Weidenetz B u. C
- Mindestabstand: Kein signifikanter Unterschied gegenüber Weidenetz B u. C

➔ Hypothese wird nicht belegt

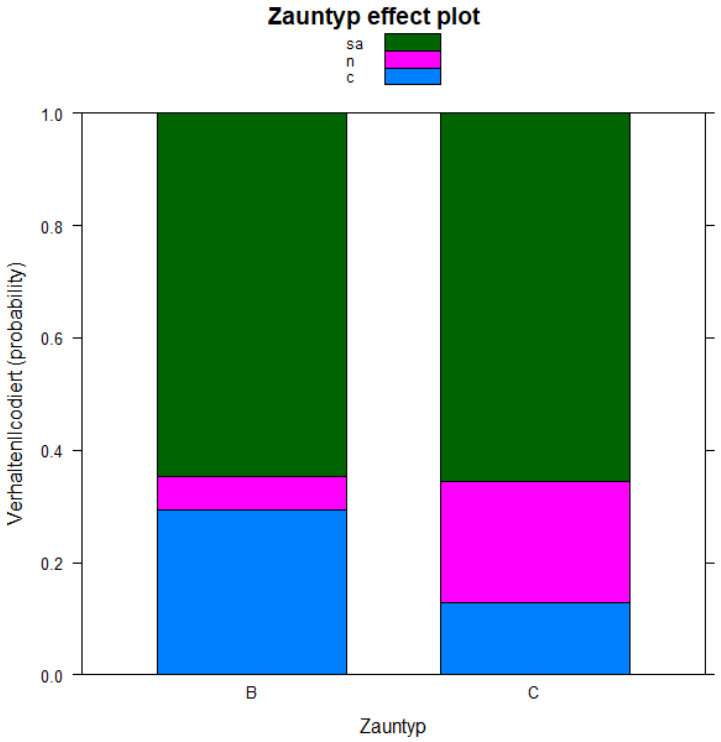


Abbildung 31: Effekte der Weidenetze auf das Verhalten des Polarwolfrudels. B= schwarz-weißes Weidenetz, C= weißes Weidenetz D= blau-weißes Weidenetz. "sa"= selbstbewusst, "n"= neutral, "c"= vorsichtig.

Tabelle 21: Datenoutput Hypothese 3, Polarwolfrudel.

```
> Anova(MLM.1, type="II")
Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: VerhaltenIIcodiert
         LR Chisq Df Pr(>Chisq)
Zauntyp   18.182  2  0.0001127 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Frequency table:
            VerhaltenIIC
VerhaltenIIB  c  n sa
           c  3  8 19
           n  1  1  4
           sa 10 13 43

Total percentages:
          c    n   sa Total
c       2.9  7.8 18.6  29.4
```

```
n       1.0  1.0  3.9   5.9
sa      9.8 12.7 42.2  64.7
Total 13.7 21.6 64.7 100.0

        Pearson's Chi-squared test
X-squared = 0.98882, df = 4, p-value = 0.9115

> with(H3, tapply(MindestabstandBCrecodiert, Zauntyp, median, na.rm=TRUE))
B C
2 2

> kruskal.test(MindestabstandBCrecodiert ~ Zauntyp, data=H3)

        Kruskal-Wallis rank sum test
Kruskal-Wallis chi-squared = 0.0011465, df = 1, p-value = 0.973
```

„Kleines“ eurasisches Wolfsrudel

(keine Weidezaunversuche)

„Großes“ eurasisches Wolfsrudel

- Verhaltensweisen: Kein signifikanter Unterschied gegenüber Weidenetz C u. D
- Mindestabstand: Kein signifikanter Unterschied gegenüber Weidenetz C u. D

➔ Hypothese wird nicht belegt

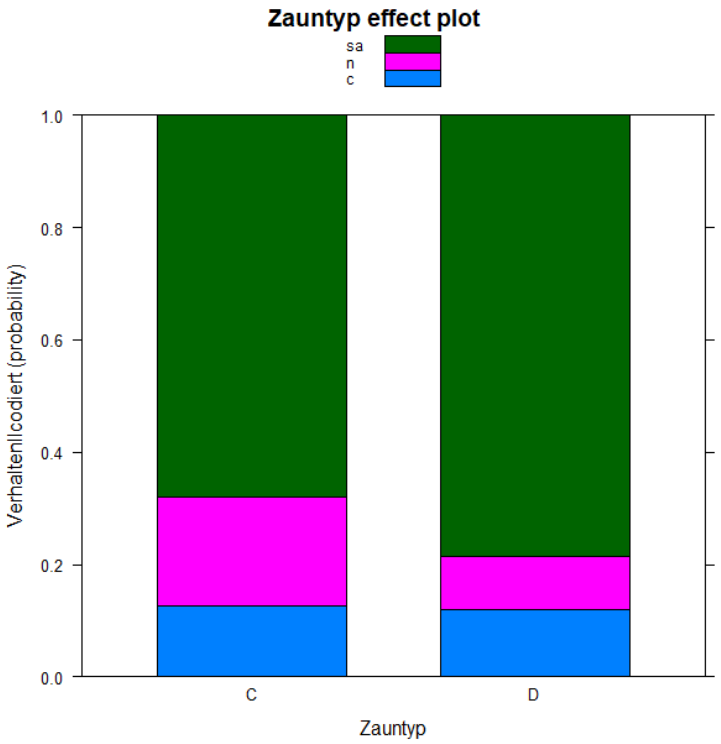


Abbildung 32: Effekte der Weidenetze auf das Verhalten des „großen“ eurasischen Wolfrudels. B= schwarz-weißes Weidenetz, C= weißes Weidenetz D= blau-weißes Weidenetz. "sa"= selbstbewusst, "n"= neutral, "c"= vorsichtig.

Tabelle 22: Datenoutput Hypothese 3, "großes" eurasisches Wolfsrudel.

```
> Anova(MLM.1, type="II")
Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: VerhaltenIIcodiert
        LR Chisq Df Pr(>Chisq)
Zauntyp   7.0994  2    0.02873 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Frequency table:
            VerhaltenIID
VerhaltenIIC  c  n sa
          c   1  3 12
          n   2  3 21
          sa 15  8 84

Total percentages:
         c   n   sa Total
c      0.7 2.0  8.1  10.7
n      1.3 2.0 14.1  17.4
sa    10.1 5.4 56.4  71.8
Total 12.1 9.4 78.5 100.0

       Pearson's Chi-squared test
```

```
X-squared = 3.2759, df = 4, p-value = 0.5128

> with(H3, tapply(MindestabstandCDrecodiert, Zauntyp, median, na.rm=TRUE))
C D
1 1

> kruskal.test(MindestabstandCDrecodiert ~ Zauntyp, data=H3)

        Kruskal-Wallis rank sum test
Kruskal-Wallis chi-squared = 0.078846, df = 1, p-value = 0.7789
```

H4: *Bei dem Zwei-Litzen-Zaun „erkunden“ die Wölfe den Bodenbereich häufiger als den mittleren oder oberen Teil des Zaunes.*

Polarwolfrudel

- Kopfstellungen: Signifikante Unterschiede
- Der Bodenbereich wird am häufigsten erkundet, der Oberbereich am seltensten

➔ Hypothese wird belegt

Tabelle 23: Datenoutput Hypothese 4, Polarwolfrudel.

```
Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 40.136, df = 2, p-value = 0.000000001926

h1     h2     h3
324    424    753
22%    28%    50%
```

„Kleines“ eurasisches Wolfsrudel

- Kopfstellungen: Signifikante Unterschiede
- Der Oberbereich wird am häufigsten erkundet, der Bodenbereich am seltensten

➔ Hypothese wird nicht belegt

Tabelle 24: Datenoutput Hypothese 4, "kleines" eurasisches Wolfsrudel.

```
Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 119.19, df = 2, p-value < 2.2e-16

h1     h2     h3
795    715    460
41%    36%    23%
```

„Großes“ eurasisches Wolfsrudel

- Kopfstellungen: Signifikante Unterschiede
- Der Oberbereich wird am häufigsten erkundet

➔ Hypothese wird nicht belegt

Tabelle 25: Datenoutput Hypothese 4, "großes" eurasisches Wolfsrudel.

Friedman rank sum test		
data: .Responses		
Friedman chi-squared = 31.612, df = 2, p-value = 0.0000001366		
h1	h2	h3
498	431	433
36%	32%	32%

H5: *Bei den Weidenetzen „erkunden“ die Wölfe häufiger den oberen Teil, als den mittleren oder unteren Bereich.*

Polarwolfrudel

- Kopfstellungen: Signifikante Unterschiede
- Der mittlere Bereich wird am häufigsten erkundet
- ➔ Hypothese wird nicht belegt

Tabelle 26: Datenoutput Hypothese 5, Polarwolfrudel.

Friedman rank sum test		
Friedman chi-squared = 6.1509, df = 2, p-value = 0.04617		
h1	h2	h3
93	226	123
21%	51%	28%

„Kleines“ eurasisches Wolfsrudel

(keine Weidezaun-Versuche)

„Großes“ eurasisches Wolfsrudel

- Kopfstellungen: Signifikante Unterschiede
- Der Oberbereich wird am häufigsten erkundet
- ➔ Hypothese wird belegt

Tabelle 27: Datenoutput Hypothese 5, "großes" eurasisches Wolfsrudel.

Friedman rank sum test		
Friedman chi-squared = 14.525, df = 2, p-value = 0.0007013		
h1	h2	h3
409	359	381
36%	31%	33%

H6: *Sofern es zu keinem erfolgreichen Überwinden des Zaunes kommt, verkürzt sich die Präsenzzeit der Wölfe im Zaunbereich im Verlauf der 4 Versuchstage.*

Polarwolfrudel

- Präsenzzeiten: Signifikante Unterschiede zwischen den Tagen
- Präsenzzeit verkürzt sich im Verlauf

➔ Hypothese wird belegt

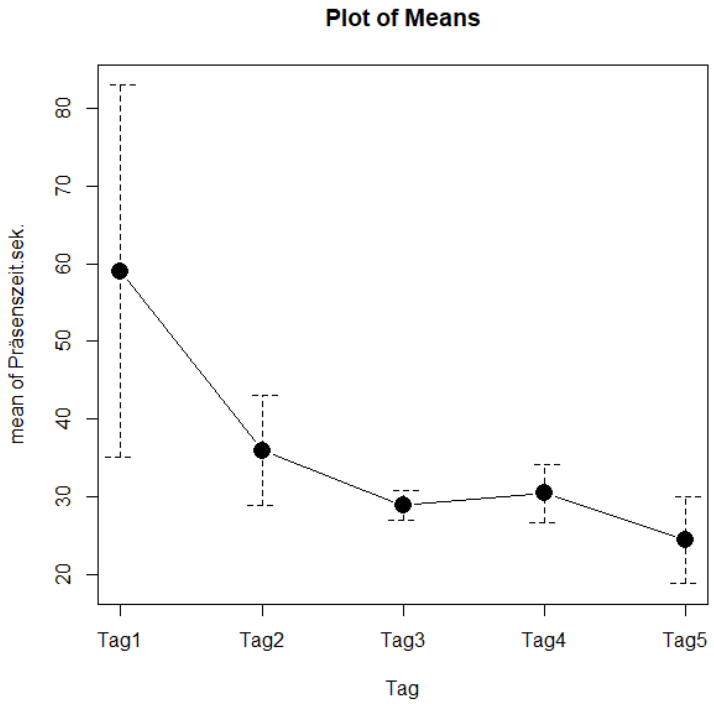


Abbildung 33: Präsenzzeit der Polarwölfe am Zaun im Versuchsverlauf, ohne erfolgreiches Überwinden des Zaunes.

Tabelle 28: Datenoutput Hypothese 6, Polarwolfrudel.

```
> with(H6, median(PräsenszeitTag1 - PräsenszeitTag2, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] 1

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag1, PräsenszeitTag2,
alternative='two.sided',
+   paired=TRUE))

       Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag1 and PräsenszeitTag2
V = 22598, p-value = 0.01683
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0


> with(H6, median(PräsenszeitTag2 - PräsenszeitTag3, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] -7.5

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag2, PräsenszeitTag3,
alternative='two.sided',
```

```
+   paired=TRUE))

        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag2 and PräsenszeitTag3
V = 5179, p-value = 0.00000001838
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0


> with(H6, median(PräsenszeitTag3 - PräsenszeitTag4, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] 2

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag3, PräsenszeitTag4,
alternative='two.sided',
+   paired=TRUE))

        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag3 and PräsenszeitTag4
V = 11290, p-value = 0.02787
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0


> with(H6, median(PräsenszeitTag4 - PräsenszeitTag5, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] -5

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag4, PräsenszeitTag5,
alternative='two.sided',
+   paired=TRUE))

        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag4 and PräsenszeitTag5
V = 787.5, p-value = 0.01212
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

„Kleines“ eurasisches Wolfsrudel

- Präsenzzeiten: Signifikanter Unterschied zwischen den Tagen (ausser zwischen Tag1 u. Tag2)
- Präsenzzeit verläuft schwankend, längste Präsenz an Tag3, auf Tag4 kürzer werdend und an Tag5 wieder leicht verlängert.

➔ Hypothese wird nicht belegt

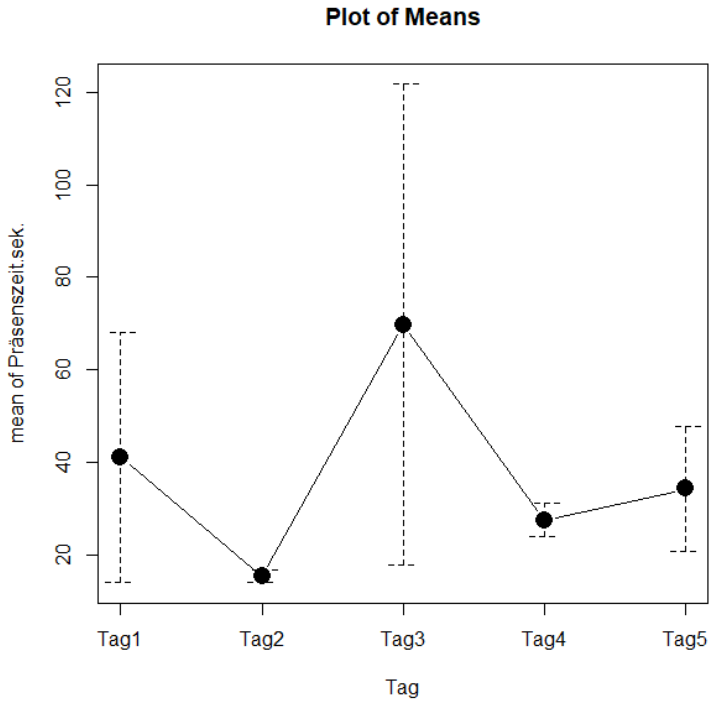


Abbildung 34: Präsenzzeit des „kleinen“ eurasischen Wolfrudels am Zaun im Versuchsverlauf, ohne erfolgreiches Überwinden des Zaunes.

Tabelle 29: Datenoutput Hypothese 6, "kleines" eurasisches Wolfsrudel.

```
> with(H6, median(PräsenszeitTag1 - PräsenszeitTag2, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] 1

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag1, PräsenszeitTag2,
alternative='two.sided',
+   paired=TRUE))

       Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag1 and PräsenszeitTag2
V = 4421.5, p-value = 0.05862
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0


> with(H6, median(PräsenszeitTag2 - PräsenszeitTag3, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] -2

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag2, PräsenszeitTag3,
alternative='two.sided',
+   paired=TRUE))
```

```
        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag2 and PräsenszeitTag3
V = 23068, p-value = 0.0004655
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0


> with(H6, median(PräsenszeitTag3 - PräsenszeitTag4, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] -8

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag3, PräsenszeitTag4,
alternative='two.sided',
+   paired=TRUE))

        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag3 and PräsenszeitTag4
V = 3637, p-value = 1.622e-11
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0


> with(H6, median(PräsenszeitTag4 - PräsenszeitTag5, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] 3

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag4, PräsenszeitTag5,
alternative='two.sided',
+   paired=TRUE))

        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag4 and PräsenszeitTag5
V = 6148, p-value = 0.004052
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

„Großes“ eurasisches Wolfsrudel

- Präsenzzeiten: Signifikante Unterschiede zwischen den Tagen (ausser zwischen Tag3 u. 4)
- Präsenzzeit von Tag1 auf Tag2 sinkend, auf Tag3 wieder ansteigend, dann sinkend

➔ Hypothese wird nicht belegt

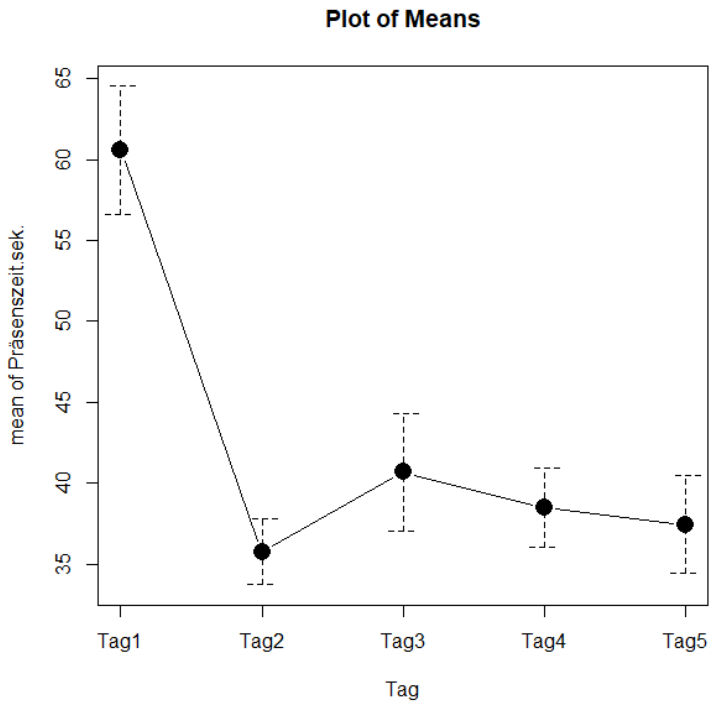


Abbildung 35: Präsenzzeit des „großen“ eurasischen Wolfrudels am Zaun im Versuchsverlauf, ohne erfolgreiches Überwinden des Zaunes.

Tabelle 30: Datenoutput Hypothese 6, "großes" eurasisches Wolfsrudel.

`> with(H6, median(PräsenszeitTag1 - PräsenszeitTag2, na.rm=TRUE))`
`+  # median difference`
`[1] 8.5`
`> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag1, PräsenszeitTag2, alternative='two.sided',`
`+  paired=TRUE))`
`  Wilcoxon signed rank test with continuity correction`
`data:  PräsenszeitTag1 and PräsenszeitTag2`
`V = 39243, p-value = 0.000000007708`
`alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0`
`> with(H6, median(PräsenszeitTag2 - PräsenszeitTag3, na.rm=TRUE))`
`+  # median difference`
`[1] -6`
`> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag2, PräsenszeitTag3, alternative='two.sided',`
`+  paired=TRUE))`

```
        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag2 and PräsenszeitTag3
V = 8209, p-value = 0.02471
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0


> with(H6, median(PräsenszeitTag3 - PräsenszeitTag4, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] 3

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag3, PräsenszeitTag4,
alternative='two.sided',
+   paired=TRUE))

        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag3 and PräsenszeitTag4
V = 10748, p-value = 0.3269
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0


> with(H6, median(PräsenszeitTag4 - PräsenszeitTag5, na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] -9

> with(H6, wilcox.test(PräsenszeitTag4, PräsenszeitTag5,
alternative='two.sided',
+   paired=TRUE))

        Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  PräsenszeitTag4 and PräsenszeitTag5
V = 3604.5, p-value = 0.0005826
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

H7: (Es gab nur während Versuch 1 des großen eurasischen Wolfrudels Zaunüberwindungen, dieser Versuch wurde bereits analysiert (S. 67)

H8: Die generellen Verhaltensweisen der Wölfe, insbesondere ihr „Erkundungsverhalten“, sind gegenüber einem elektrifizierten Zwei-Litzen-Zaun häufiger „vorsichtig“, als bei einem nicht elektrifizierten Zwei-Litzenzaun. Die Wölfe halten sich generell länger vor dem nicht-elektrifizierten Zwei-Litzen-Zaun auf und erkunden diesen länger, sowie aus näherer Distanz.

Polarwolfrudel

- (generelle) Verhaltensweisen: Kein signifikanter Unterschied gegenüber Zäunen
- Vorsichtiges Verhalten bei elektrifiziertem Zaun tendenziell höher
- Erkundungsverhalten: Kein signifikanter Unterschied
- Vorsichtiges Erkundungsverhalten bei elektrifiziertem Zaun tendenziell höher
- Präsenzzeit bei Erkundungsverhalten: Signifikanter Unterschied, vor elektrifiziertem Zaun länger
- Mindestabstand bei Erkundungsverhalten: Signifikanter Unterschied, vor elektrifiziertem Zaun größer

➔ Hypothese wird nicht belegt

Tabelle 31: Datenoutput Hypothese 8, Polarwolfrudel.

```
Frequency table:
            VerhaltenIIAe
VerhaltenIIA  c  n sa
          c  13  4 24
          n  15  9 22
          sa 26 23 48

Total percentages:
         c    n   sa Total
c      7.1  2.2 13.0  22.3
n      8.2  4.9 12.0  25.0
sa    14.1 12.5 26.1  52.7
Total 29.3 19.6 51.1 100.0

       Pearson's Chi-squared test
X-squared = 3.9168, df = 4, p-value = 0.4174

Frequency table:
              eVerhaltenIIAe
eVerhaltenIIA  c sa
           c   4 13
           sa 14 21
```

```
Total percentages:
         c   sa Total
c      7.7 25.0  32.7
sa    26.9 40.4  67.3
Total 34.6 65.4 100.0

       Pearson's Chi-squared test
X-squared = 1.3715, df = 1, p-value = 0.2416

ePräsenszeitA[sek]  ePräsenszeitAe[sek]
0:26:30      2:15:56

> with(H8, median(ePräsenszeitA.sek. - ePräsenszeitAe.sek., na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] 12

> with(H8, wilcox.test(ePräsenszeitA.sek., ePräsenszeitAe.sek.,
+   alternative='two.sided', paired=TRUE))

       Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  ePräsenszeitA.sek. and ePräsenszeitAe.sek.
V = 1262, p-value = 0.000001334
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Medians:
eAbstandAerecodiert  eAbstandArecodiert
                1.0                 0.5

       Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 4.3333, df = 1, p-value = 0.03737
```

„Kleines“ eurasisches Wolfsrudel

- (generelle) Verhaltensweisen: Kein signifikanter Unterschied gegenüber Zäunen
- Erkundungsverhalten: Signifikanter Unterschied, vor elektrifiziertem Zaun häufiger vorsichtiges Verhalten
- Präsenzzeit bei Erkundungsverhalten: Kein signifikanter Unterschied
- Mindestabstand bei Erkundungsverhalten: Kein signifikanter Unterschied

➔ Hypothese wird nicht belegt

Tabelle 32: Datenoutput Hypothese 8, "kleines" eurasisches Wolfsrudel.

```
Frequency table:
             VerhaltenIIAe
VerhaltenIIA  c  n sa
           c  33 21 25
           n  26 24 40
           sa 46 25 58

Total percentages:
         c    n   sa Total
c     11.1  7.0  8.4  26.5
n      8.7  8.1 13.4  30.2
sa    15.4  8.4 19.5  43.3
Total 35.2 23.5 41.3 100.0

       Pearson's Chi-squared test
X-squared = 6.0479, df = 4, p-value = 0.1956
```

```
Frequency table:
             eVerhaltenIIAe
eVerhaltenIIA  c sa
           c  23  6
           sa 10 13

Total percentages:
         c   sa Total
c     44.2 11.5  55.8
sa    19.2 25.0  44.2
Total 63.5 36.5 100.0

       Pearson's Chi-squared test
X-squared = 7.1024, df = 1, p-value = 0.007698

ePräsenszeitA[sek]  ePräsenszeitAe[sek]
0:26:08      0:28:32

> with(H8, median(ePräsenszeitA.sek. - ePräsenszeitAe.sek., na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] 0

> with(H8, wilcox.test(ePräsenszeitA.sek., ePräsenszeitAe.sek.,
+   alternative='two.sided', paired=TRUE))

       Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  ePräsenszeitA.sek. and ePräsenszeitAe.sek.
V = 609.5, p-value = 0.9802
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Medians:
eAbstandAerecodiert  eAbstandArecodiert
                  1                   1

       Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 1, df = 1, p-value = 0.3173
```

„Großes“ eurasisches Wolfsrudel

- (generelle) Verhaltensweisen: Signifikanter Unterschied gegenüber Zäunen, vorsichtiges Verhalten vor nicht-elektrifizierten Zäunen häufiger
- Erkundungsverhalten: Kein signifikanter Unterschied,
- Erkundungsverhalten vor nicht-elektrifiziertem Zaun tendenziell häufiger vorsichtig
- Präsenzzeit bei Erkundungsverhalten: Signifikanter Unterschied, vor nicht elektrifiziertem Zaun länger
- Mindestabstand bei Erkundungsverhalten: Kein signifikanter Unterschied

➔ Hypothese wird nicht belegt

Tabelle 33: Datenoutput Hypothese 8, "großes" eurasisches Wolfsrudel.

```
Frequency table:
            VerhaltenIIAe
VerhaltenIIA  c  n sa
          c  18  9 51
          n   1  7 23
          sa 20  6 40
```

```
Total percentages:
          c    n   sa Total
c     10.3  5.1 29.1  44.6
n      0.6  4.0 13.1  17.7
sa    11.4  3.4 22.9  37.7
Total 22.3 12.6 65.1 100.0

       Pearson's Chi-squared test
X-squared = 10.751, df = 4, p-value = 0.02952

Frequency table:
              eVerhaltenIIAe
eVerhaltenIIA  c sa
           c  20 22
           sa  3 11

Total percentages:
          c   sa Total
c     35.7 39.3    75
sa     5.4 19.6    25
Total 41.1 58.9   100

       Pearson's Chi-squared test
X-squared = 2.9758, df = 1, p-value = 0.08452

ePräsenszeitA[sek]  ePräsenszeitAe[sek]
1:00:08      0:52:12

> with(H8, median(ePräsenszeitA.sek. - ePräsenszeitAe.sek., na.rm=TRUE))
+   # median difference
[1] -14

> with(H8, wilcox.test(ePräsenszeitA.sek., ePräsenszeitAe.sek.,
+   alternative='two.sided', paired=TRUE))

       Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data:  ePräsenszeitA.sek. and ePräsenszeitAe.sek.
V = 497, p-value = 0.01422
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Medians:
eAbstandAerecodiert  eAbstandArecodiert
                  1                    1

       Friedman rank sum test
Friedman chi-squared = 3.6, df = 1, p-value = 0.05778
```

Tabelle 34: Aufbauübersicht der Versuchsreihen. Rudel 1 = Polarwölfe, Rudel 2= "kleines" eurasisches Wolfsrudel, Rudel 3 = "großes" eurasisches Wolfsrudel.

Versuchsreihe	Zaunsysteme	Zaunlänge Je Rudel	Start-Stromspannung (kV) am Zaun Je Rudel
1 Nur Zone 1 elektrifiziert Alle Rudel	Zwei-Litzen-Zaun (A) Oben: 65 cm Unten: 25 cm	Rudel 1: 24 m Rudel 2: 17 m Rudel 3: 24,5 m	5,4 3,5 6,1
2 Nur Zone 2 elektrifiziert Alle Rudel	Zwei-Litzen-Zaun (A) Oben: 65 cm Unten: 25 cm	Rudel 1: 24 m Rudel 2: 17 m Rudel 3: 24,5 m	5,9 3,4 5,3
3 Komplett elektrifiziert Rudel 1 Zone 1: (B) Zone 2: (C) Rudel 3 Zone 1: (D) Zone 2: (C)	Weidenetz (C) mit Weidenetz (B) oder Weidenetz (D)	Rudel 1: 24 m Rudel 3: 24,5 m	6,0 5,2
4 Komplett elektrifiziert Rudel 1 Zone 1: (C) Zone 2: (B) Rudel 3 Zone 1: (C) Zone 2: (D)	Weidenetz (C) mit Weidenetz (B) oder Weidenetz (D)	Rudel 1: 24 m Rudel 3: 24,5 m	4,5 4,5
5 Komplett elektrifiziert Alle Rudel	Zwei-Litzen-Zaun (A) Oben: 65 cm Seiten unten: 25 cm Mitte unten: 35 cm	Rudel 1: 24 m Rudel 2: 17 m Rudel 3: 24,5 m	5,5 4,3 5,6

Tabelle 35: Zeitplan der Versuchsreihen. Rudel 1 = Polarwölfe, Rudel 2= "kleines" eurasisches Wolfsrudel, Rudel 3 = "großes" eurasisches Wolfsrudel.

Versuchsreihe	Rudel 1	Rudel 2	Rudel 3
Neuheitstest	05.09. – 07.09.2017	06.09. – 08.09.2017	13.09. – 15.09.2017
1	14.09. – 18.09.2017	25.10. – 29.10.2017	23.09. – 27.09.2017
2	04.10. – 08.10.2017	04.11. – 08.11.2017	03.10. – 07.10.2017
3	14.10. – 18.10.2017	-	13.10. – 17.10.2017
4	24.10. – 28.10.2017	-	23.10. – 27.10.2017
5	13.11. – 17.11.2017	14.11. – 18.11.2017	02.11. – 06.11.2017