

# Pilotprojekt zum Verhalten von Wölfen gegenüber Zäunen in der Landwirtschaft

Erste Version



**agridea**

ENTWICKLUNG DER LANDWIRTSCHAFT UND DES LÄNDLICHEN RAUMS  
DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE ET DE L'ESPACE RURAL  
SVILUPPO DELL'AGRICOLTURA E DELLE AREE RURALI  
DEVELOPING AGRICULTURE AND RURAL AREAS

## **Impressum**

Herausgeberin	AGRIDEA Eschikon 28 • CH-8315 Lindau T +41 (0)52 354 97 00 • F +41 (0)52 354 97 97 kontakt@agridea.ch • www.agridea.ch
Autorin-nen/Autor-en	Riccarda Lüthi, Daniela Hilfiker, AGRIDEA • Jean-Marc Landry, Vincent Tolon, Institut pour la Promotion et la Recherche sur les Animaux de protection (IPRA)
Übersetzung	Daniela Hilfiker, AGRIDEA
Gestaltung	Pauline Blaser, AGRIDEA
Druck	AGRIDEA

© AGRIDEA, September 2016

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers ist es verboten, diese Broschüre oder Teile daraus zu fotokopieren oder auf andere Art zu vervielfältigen.

Sämtliche Angaben in dieser Publikation erfolgen ohne Gewähr. Massgebend ist einzig die entsprechende Gesetzgebung.

## Zusammenfassung

In vielen Regionen Europas führt die Rückkehr von Grossraubtieren regelmässig zu Schäden an Nutztieren und somit vermehrt auch zu Diskussionen bezüglich Risikobewertung sowie Umsetzung und Finanzierung von Schutzmassnahmen.

Traditionellerweise werden Zäune aufgestellt, um das Vieh zusammenzuhalten und nicht um Raubtiere, wie den Wolf, vom Vieh abzuhalten. Ähnliche Zauntypen werden jedoch auch zum Schutz von Nutztieren vor Raubtierangriffen genutzt. Leider existieren bis heute wenige Studien, die sich mit der Effizienz von Zäunen und dem Verhalten der Beutegreifer gegenüber dieser Barriere befassen. Beispielsweise haben wir erst wenige Kenntnisse über die von Wölfen entwickelten Strategien, einen Zaun zu überwinden. Während die Mehrheit der Studien zu diesem Thema deutlich aufzeigt, dass Hundartige tendenziell unter einem Zaun hindurch kriechen, deuten einige Aussagen von Hirten darauf hin, dass es bestimmte Wolfsindividuen gibt, welche Zäune (elektrifiziert oder nicht) auch überspringen können. Diese Aussagen werfen im Herdenschutz grundlegende Fragen auf: Wie nähern sich Wölfe einem Zaun und wie überwinden sie ihn? Ist das Verhalten gegenüber Zäunen bei allen Mitgliedern eines Rudels ähnlich oder spezialisieren sich einzelne Individuen? Gibt es Unterschiede zwischen verschiedenen Rudeln?

Ziel dieses Pilotprojekts ist es, Kenntnisse über das Verhalten von Wölfen gegenüber Zäunen, die üblicherweise in der Landwirtschaft verwendet werden, zu testen. Analysiert werden sollen zum einen die von Wölfen entwickelten Strategien, einen Zaun zu überwinden und somit auch mögliche Schwachstellen der Zäune.

Die Studie wurde im Tierpark Sainte-Croix (Rhodes, Frankreich) an zwei Rudeln von Gehegewölfen (*Canis lupus lupus* (Grauwölfe) und *Canis lupus arctos* (Polarwölfe)) mit folgendem Versuchsaufbau durchgeführt: Den Wölfen wurde für vier Tage die Nahrung entzogen. Anschliessend wurde Futter hinter einem Elektrozaun (Typ Weidenetz, sowie Zaun mit zwei Litzen) platziert und das Verhalten der Wölfe am Zaun wurde drei Tage lang beobachtet. Das Geschehen wurde durchgehend mit Hilfe von zwei Wärmebildkameras und drei Fotofallen (Videomodus) festgehalten. Zusätzlich war tagsüber immer jemand vor Ort, der das Verhalten direkt am Zaun mit einer Handkamera gefilmt hat.

Folgendes konnte in dieser Studie gezeigt werden:

- **Die Mehrheit der Wölfe passierte den Zaun nicht** (Beim grauen Rudel passierte kein Individuum den Testzaun und beim weissen Rudel passierten mindestens zwei Individuen den Zaun).
- **Während des Versuchs ist kein Wolf über einen korrekt aufgestellten Zaun gesprungen**, 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 grundsätzlich immer untendurch passiert. Nur einmal ist ein Wolf zwischen den Litzen durchgesprungen, nachdem er die obere Litze mit der Schnauze berührt hatte.
- Insgesamt wurden die Testzäune 18 Mal überwunden.
- **Die Individuen, die den Zaun passierten, wurden stets von anderen Wölfen beobachtet. Eine direkte Nachahmung wurde jedoch nicht beobachtet.**
- Das elektrifizierte Weidenetz wurde von ein oder zwei weissen Wölfen (insgesamt dreimal) überwunden. Dabei sprang der Wolf direkt ins Netz und gelangte somit aufgrund einer gewissen Elastizität des Weidenetzes mit einem „Purzelbaum“ auf die andere Seite.
- Während die Wölfe den Zaun erkundeten, hielten sie den Kopf tendenziell auf Schulterhöhe oder nach unten. **Dies könnte aufzeigen, dass sie den Zaun vor allem unten nach Schwachstellen absuchen.** Ausserdem konnte während unserer Versuche folgendes Verhaltensmuster vor einer Zaunpassage festgestellt werden: Nach einer erstmaligen Kontaktaufnahme zum Zaun wurde das Verhalten der Wölfe im Verlauf des Experiments immer selbstsicherer, bis sie den Zaun passierten.
- **Die Beobachtungen zeigen klare Unterschiede zwischen dem Verhalten der beiden Rudel:** Die grauen Wölfe näherten sich dem Zaun öfters mit Vorsicht und hielten tendenziell einen grösseren Abstand. Die weissen Wölfe zeigten grundsätzlich mehr Erkundungsverhalten und taten dies mit mehr Selbstsicherheit. Möglicherweise handelt es sich dabei um eine Gewöhnung (nicht-assoziatives Lernen). In einigen Fällen brachte der Wolf, der den Zaun passiert hatte, ein Stück Fleisch so nahe an den Zaun heran, dass es von den restlichen Wölfen unter dem Zaun durchgezogen werden konnte. Vereinzelt wurde der Zaun auch mit einem Stück Fleisch passiert.
- Bei beiden Rudeln nahm im Verlaufe der drei Versuchstage die Frequenz der Wolfspräsenz am Zaun deutlich ab. Nur im Versuch mit dem Zaun, den die Wölfe mehrmals erfolgreich passierten (unterste Litze auf 35 Zentimeter), konnte die umgekehrte Tendenz beobachtet werden (dieses Experiment wurde ausschliesslich bei den

Polarwölfen durchgeführt). Dies lässt vermuten, **dass die Motivation der Wölfe, den Zaun weiter zu erkunden, abnimmt, wenn keine erfolgreiche Überwindung gelingt– und dies trotz zunehmendem Hunger.**

- Unsere Beobachtungen weisen auf eine Korrelation zwischen der Frequenz der Wolfspräsenz am Zaun und der Hierarchiestufe der Wölfe hin: In beiden Rudeln war eines der Alphatiere am häufigsten am Zaun (Siku, Weibchen, weisses Rudel und Aron, Männchen, graues Rudel). Im Gegensatz dazu war das Alpha-Weibchen des grauen Rudels (Lola) nicht sehr oft in der Nähe des Zaunes zu beobachten. Bei dem weissen Rudel konnte nicht eindeutig festgestellt werden, welcher Wolf die Rolle des Alpha-Männchens einnimmt, da die Hierarchie im Rudel zum Zeitpunkt der Versuche noch nicht geklärt war. Sobald ein Wolf den Zaun passiert hatte, interessierten sich die anderen Wölfe stärker für diesen Wolf. Diese Begebenheit könnte dazu führen, dass die Wölfe allenfalls voneinander lernen, wie der Zaun überwunden werden kann (soziales Lernen).

Nach unseren Kenntnissen wurde noch nie eine Studie durchgeführt, die sich mit dem genauen Verhalten der Wölfe gegenüber unterschiedlichen Zaunsystemen befasste. Diese Resultate eröffnen ein neues Forschungsgebiet, das dazu dienen soll, das Verhalten der Wölfe gegenüber Zäunen besser zu verstehen. Dies soll dazu führen, betroffene Nutzerhalterinnen und -halter besser beraten zu können und die Effizienz der bereits eingesetzten Zäune zu steigern.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einführung: Rahmenbedingungen .....	6
1.1	Rahmenbedingungen der Versuche innerhalb der Gehege.....	6
1.2	Kernfragen.....	6
2	Methoden 1: Material und Versuchsablauf .....	7
2.1	Zäune.....	7
2.2	Standorte der Testzäune und Einteilung der Gehege in Zonen.....	7
2.3	Kameramaterial.....	9
2.4	Protokoll und Versuchsablauf .....	9
2.4.1	„Neuheitstest“ .....	9
2.4.2	Experimente .....	9
2.4.3	Reihenfolge der Versuche .....	10
2.4.4	Identifizierung der Wölfe .....	10
3	Methode 2: Videoanalyse und Statistik .....	11
3.1	Nachtanalyse .....	11
3.2	Taganalyse .....	11
4	Resultate.....	12
4.1	Frequenz der Wolfspräsenz am Zaun .....	12
4.1.1	Anzahl anwesender Wölfe.....	12
4.1.2	Frequenz der Wolfspräsenz am Zaun in Abhängigkeit der Zeit.....	13
4.2	Verhaltensanalyse .....	14
4.2.1	Frequenzen und Unterschiede der beiden Rudel.....	14
4.2.2	Kopfstellung.....	15
4.2.3	Erkundung des Zaunes .....	16
4.3	Das Überwinden des Zaunes .....	17
4.3.1	Beschreibung des Überwindens.....	17
4.3.2	Entwicklung des Verhaltens vor/nach dem Überwinden des Zaunes.....	19
5	Zusammenfassung und Diskussion der Resultate .....	21
5.1	Frequenz der Wolfspräsenz am Zaun .....	21
5.2	Erkunden des Zaunes : unten oder oben?.....	21
5.3	Das Überwinden des Zaunes .....	21
5.4	Unterschiede zwischen den Rudeln.....	22
5.5	Die Stromführung des Zaunes .....	22
5.5.1	Die Reaktion der Wölfe auf einen elektrischen Schlag.....	22
5.6	Literaturrecherche .....	23
5.7	Störfaktoren und Unregelmässigkeiten.....	23
6	Schlussfolgerung und Perspektiven .....	24
6.1	Beurteilung der Resultate .....	24
6.2	Methoden .....	24
6.3	Weitere Forschungsfragen .....	25
7	Danksagung .....	26
8	Partner und Träger des Projekts .....	26

# 1 Einführung: Rahmenbedingungen

## 1.1 Rahmenbedingungen der Versuche innerhalb der Gehege

Die Versuche wurden von Oktober bis Dezember 2015 im Tierpark Sainte-Croix, bei Rhodes in Frankreich, durchgeführt. In diesem Tierpark werden vier unterschiedliche Wolfsrudel gehalten. Diese leben jeweils in circa 0.6 Hektaren grossen Gehegen unter naturnahen Bedingungen. Im selben Park leben über 100 andere Tierarten, die hauptsächlich europäischer Herkunft sind. Der Park ist fast ganzjährig für Gäste geöffnet, was teilweise zu Störungen während der Versuche führte (Ablenkung der Wölfe durch Tierpflegerinnen und -pfleger, Gästeführungen mit Zusatzfütterung, Fototermine, usw.). Grundsätzlich sind die Wölfe aber an die Anwesenheit von Menschen, an Lärm und unterschiedliche Gerüche gewöhnt, vor allem in den Bereichen der Gehege, die den Besuchern zugewandt sind.

Für dieses Pilotprojekt wurden die folgenden zwei Rudel ausgewählt:

Rudel 1: Europäische Grauwölfe (*Canis lupus lupus*), sieben Individuen, klassische Familienstruktur, mit gut etablierter Hierarchie (das Elternpaar stammt aus dem Jahr 2005 und der Nachwuchs aus den Jahren 2010 und 2012).

Rudel 2: Polarwölfe (*Canis lupus arctos*), sieben Individuen, sechs Geschwister aus dem Jahr 2014 und eine ältere Schwester, geboren im Jahr 2013.

Während das graue Rudel aus vier Weibchen und drei Männchen besteht, beinhaltet das weisse Rudel drei Weibchen und vier Männchen.



Foto 1: Drei Individuen des grauen Rudels schauen in Richtung Zaun und erkunden diesen aus ca. 12m Distanz. © CHWolf, C. Müller.



Foto 2: Fünf Individuen des weissen Rudels ruhen sich auf dem Hügel aus. © CHWolf, C. Müller.

## 1.2 Kernfragen

- Wie sieht die zeitliche Abfolge, Anzahl und Frequenz der Annäherungen im direkten Zaunbereich aus?
- Wie nähert sich der Wolf dem Zaun (vorsichtig, selbstsicher; Kopfhaltung nach oben oder unten)?
- Welche Strategien entwickelt ein Wolf, um Zäune zu überwinden? Versucht er unten- oder bei einem Litzensystem zwischendurch zu schlüpfen? Springt er über eine definierte Zaunhöhe?
- Wie verhalten sich die restlichen Rudelmitglieder wenn ein Individuum den Zaun überwunden hat? Gibt es typische Verhaltensmuster unmittelbar vor respektive nach einer Passage?
- Wie wirkt sich eine erfolgreiche Passage auf das weitere Verhalten der Wölfe aus?
- Inwiefern unterscheiden sich die zwei Rudel in ihrer Verhaltensweise?

## 2 Methoden 1: Material und Versuchsablauf

### 2.1 Zäune

Während der Versuche wurden zwei, in der Landwirtschaft regelmässig genutzte, Elektrozauntypen verwendet. Die zwei Zaunsysteme wurden während der Versuchsreihe abwechslungsweise getestet: Begonnen wurde mit den Versuchen am Weidenetz (W), gefolgt vom Litzenzaun (L) usw. Folgender Versuchsablauf wurde also durchgeführt: W, L, W, L. Ein 5. Versuch mit einem 2-Litzenzaun und veränderter Litzenhöhe konnte nur beim Rudel der Polarwölfe durchgeführt werden.

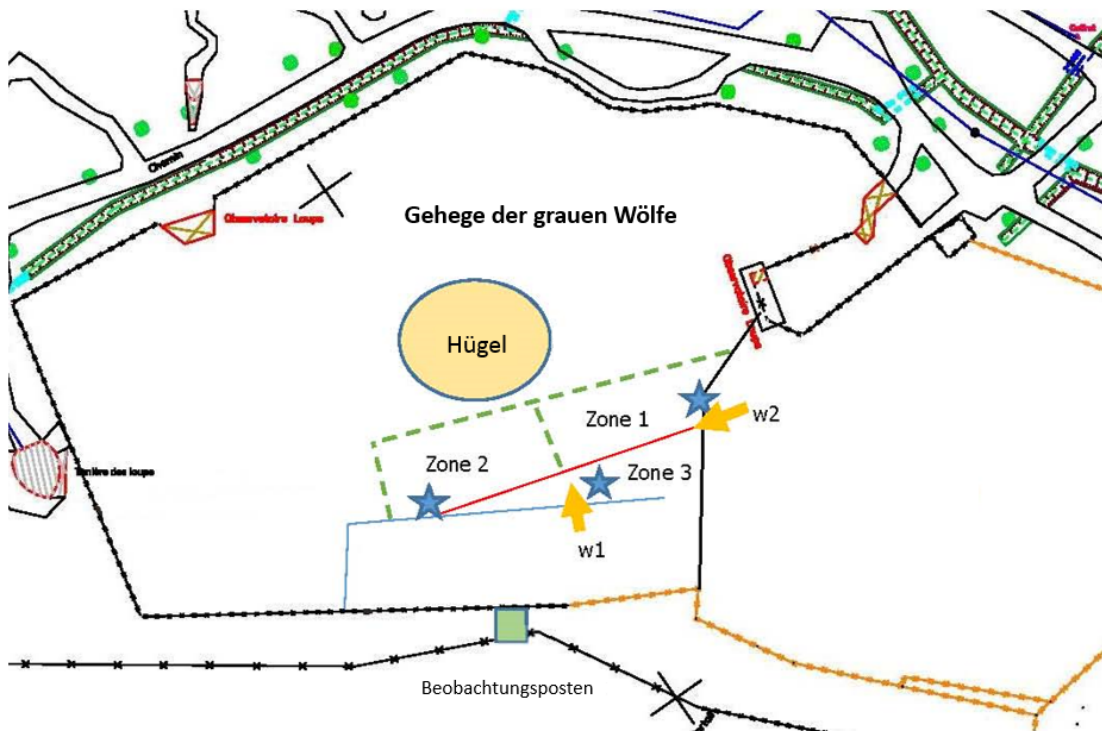
Type	Höhe	Farbe	Stromstärke (A)/Spannung (V)	Herstellung
Weidenetz	90 cm	Orange	A: 1.7 V: 3400	Traditionelle Herstellung
2-Litzenzaun A)	Untere Litze: 25 cm	Weiss	A: 2.0 V: 3600	Litzen bestehend aus 7 Leitungsdrähten
	Obere Litze: 65 cm	Weiss	A: 1.9 V: 3300	Litzen bestehend aus 7 Leitungsdrähten
2-Litzenzaun B)	Untere Litze: 35 cm	Weiss	A: 2.0 V: 3600	Litzen bestehend aus 7 Leitungsdrähten
	Obere Litze: 80 cm	Weiss	A: 1.9 V: 3300	Litzen bestehend aus 7 Leitungsdrähten

Tabelle 1: Getestete Zauntypen.

### 2.2 Standorte der Testzäune und Einteilung der Gehege in Zonen

Die Zäune wurden an Stellen des Geheges positioniert, die normalerweise regelmässig von den Wölfen genutzt werden (um den „Lokalisationseffekt“ zu vermeiden). Ausserdem wurde bei der Wahl der Standorte darauf geachtet, dass diese gut überwacht werden können und dass die Wölfe nicht zu sehr von den Besucherinnen und Besuchern gestört wurden, solange sie sich am Zaun befanden. Circa ein Sechstel der Gesamtfläche der Gehege, also rund 0.1 Hektaren (=100 Quadratmeter), wurde mittels Zaun abgetrennt (Zaunlänge graues Rudel: 25 Meter; weisses Rudel: 45 Meter). Die Zaunlängen in den Gehegen der beiden Rudel mussten jeweils der unterschiedlichen Beschaffenheit des Geländes angepasst werden und waren deshalb nicht gleich lang.

Die Fläche der Gehege wurde in unterschiedliche Zonen aufgeteilt. Der Bereich direkt am Zaun (10 Meter breit) wurde beispielsweise in zwei gleich grosse Zonen (Zone 1 und 2) aufgeteilt. Diese beiden definierten „Zaunzonen“ wurden permanent durch Kameras überwacht. Die Fläche hinter dem Zaun, in welcher das Futter platziert wurde, wurde als Zone 3 definiert. Der restliche Bereich der Gehege wurde jeweils in vier weitere Zonen aufgeteilt. Insgesamt wurden also in jedem Gehege sieben Zonen definiert (siehe Plan 1 und 2).



Plan 1: Gehege der grauen Wölfe. Rote Linie= Testzaun; w1 und w2 = Wärmebildkameras; Sterne = Fotofallen.



Plan 2: Gehege der weissen Wölfe. Rote Linie= Testzaun; w1 und w2 = Wärmebildkameras; Sterne = Fotofallen.



## 2.3 Kameramaterial

Kameras	Modell	Videoaufnahme	Individualerkennung der Wölfe
2 Wärmebildkameras	AXIS Q1921-E	24h/Tag	Nicht möglich, Schwarz-Weiss-Aufnahmen
2 Fotofallen Bushnell	Trophy Cam HD Max	24h/Tag (Videomodus, löst bei einer Bewegung in bis zu 10-12 m Distanz aus)	Möglich, jedoch schwierig, da bei dieser Bildqualität die unterschiedlichen Fellfarbnuancen schwer zu erkennen sind.
1 Fotofalle Steath	Steath Cam L 42	24h/Tag (Videomodus, löst bei einer Bewegung in bis zu 10-12 m Distanz aus)	Möglich, jedoch schwierig, da bei dieser Bildqualität die unterschiedlichen Fellfarbnuancen schwer zu erkennen sind.
Handkamera	SONY HDR-CX700VE	Alle Wölfe, die sich während der Überwachungszeit am Tag in Zone 1 oder 2 aufhielten, wurden von Hand gefilmt.	Zu ca. 95% gut möglich
Handkamera	SONY FDR-AXP33.	Alle Wölfe, die sich während der Überwachungszeit am Tag in Zone 1 oder 2 aufhielten, wurden von Hand gefilmt.	ZU ca. 95 % gut möglich

## 2.4 Protokoll und Versuchsablauf

### 2.4.1 „Neuheitstest“

Der „Neuheitstest“ bestand darin, den Zaun schon vor dem eigentlichen Versuch zu platzieren. So konnten sich die Wölfe bereits vor dem Experiment an die Präsenz des Zaunes gewöhnen. Ausserdem wurden die Wölfe innerhalb des Zaunes gefüttert, wobei ein circa fünf Meter breiter Durchgang im Zaun offen gelassen wurde. Mit diesem Test konnte sichergestellt werden, dass sich die Wölfe trotz der Präsenz des Zaunes im nahen Zaunbereich aufhielten und diesen während der Versuchstage nicht mieden, weil er ihnen noch zu fremd war. Auch das ganze Kameramaterial wurde während diesem Test platziert, damit sich die Wölfe daran gewöhnen konnten. Mit diesem Test wurde verhindert, dass die „Neuheit“ des Materials die Ergebnisse des Projektes beeinflussen. Genau wie bei den eigentlichen Versuchen wurden die Wölfe auch bei diesem „Neuheitstest“ permanent mit den Kameras überwacht, der Zaun war elektrifiziert und auch bei diesem Versuch wurden die Wölfe im Voraus vier Tage lang nicht gefüttert.

### 2.4.2 Experimente

Folgender Versuchsablauf wurde durchgeführt:

1. Die Wölfe wurden 4 Tage lang nicht gefüttert. Während dieser Zeit konnten sie sich im gesamten Gehege frei bewegen.
2. Anschliessend wurde der Testzaun aufgestellt, so dass ein definierter Bereich (Zone 3) vom Rest des Geheges abgetrennt wurde. Der Versuch dauerte jeweils drei Tage und drei Nächte. Das Futter (Rindfleisch oder Geflügel) wurde circa zwei Meter hinter dem Zaun in Zone 3 platziert, wo es für die Wölfe gut sichtbar war (Foto 3). Die Kameras wurden jeweils direkt vor dem Versuch montiert (da das Kameramaterial nicht doppelt vorhanden war, konnte es leider nicht immer vor Ort gelassen werden).

3. Nach den drei Versuchstagen wurde der gesamte Zaun abgebaut und die Wölfe hatten freien Zugang zum Futter (so konnte nochmals kontrolliert werden, ob alle Individuen die Zone drei wieder betreten und kein Standorteffekt besteht).
4. Anschliessend wurden die Wölfe für mindestens drei aufeinanderfolgende Tage wie gewohnt gefüttert, bevor der nächste Versuch gestartet wurde.



Foto 3: Litzenzaun im Gehege der grauen Wölfe mit dem in der Zone 3 platzierten Fleisch und der Wärmebildkamera w1.

#### 2.4.3 Reihenfolge der Versuche

Die zwei unterschiedlichen Zaunsysteme wurden in beiden Rudeln abwechslungsweise getestet:

- Versuch 1: Weidenetz.
- Versuch 2: Litzenzaun, 2 Litzen.
- Versuch 3: Weidenetz.
- Versuch 4: Litzenzaun, 2 Litzen.
- Versuch 5: Litzenzaun, 2 Litzen erhöht.

#### 2.4.4 Identifizierung der Wölfe

Da es nicht möglich war, die Wölfe zu markieren, brauchte es einige Zeit, um die einzelnen Wölfe unterscheiden zu können. Dank unterschiedlicher Fellfarbmuster und sonstigen physischen Besonderheiten war die Identifizierung aber schliesslich machbar. Verglichen mit den grauen Wölfen waren die Polarwölfe schwieriger zu unterscheiden. Bei Letzteren war die Individualerkennung vor allem während der Videoanalyse nicht immer einfach, insbesondere wenn sich die Fellfarbe bei schlechtem Wetter, respektive nassem Fell, veränderte.

## 3 Methode 2: Videoanalyse und Statistik

### 3.1 Nachtanalyse

Aufgrund der Beobachtungen, die wir tagsüber gemacht haben, wurde ein Verhaltenskatalog erstellt, den wir während der Versuche laufend ergänzten. Von allen Verhaltensweisen die länger als drei Sekunden dauerten (z.B. die Erkundung des Zaunes) wurden die Dauer und die Frequenz des Verhaltens notiert. Für alle Verhaltensweisen die weniger lang als drei Sekunden dauerten (z.B. wenn ein Wolf den Kopf zwischen den Litzen hindurch streckte) wurde nur die Frequenz notiert. Die Analyse der Nachtaufnahmen basiert auf den Videos der Wärmebildkamera, die permanent die gesamte Zaunlänge gefilmt hat. Da bei diesen Aufnahmen die einzelnen Individuen nicht erkannt werden konnten, wurde jeder Wolf als LB (weisse Wölfe) oder LG (graue Wölfe) und mit einer Nummer betitelt. Jedes Mal wenn ein Wolf frisch ins Bild kam, erhielt er eine neue Nummer.

Die Nachtanalyse deckt den Zeitraum von 18 Uhr bis 9 Uhr ab. Eine Stunde Videomaterial wurde jeweils automatisch in zwölf Filme zu je fünf Minuten aufgeteilt. Alle Daten der Verhaltensanalyse wurden von Hand in einem Excel-File festgehalten.

### 3.2 Taganalyse

Die Taganalyse deckt den Zeitraum von 9 Uhr bis 18 Uhr ab und wurde mit demselben, bereits erwähnten, Verhaltenskatalog durchgeführt. Im Gegensatz zur Nachtanalyse wurden die Daten des Tages mit der Software The Observer (Noldus) ausgewertet, die eine direkte statistische Auswertung des Verhaltens ermöglicht. Die Daten der Taganalyse basieren auf den Filmen der Bushnell Fotofallen. Diese Filme dauern 20 bis 40 Sekunden. Da der Bewegungssensor nur zehn bis zwölf Meter weit reicht, decken die Videos der Fotofallen nur die Hälfte (bei den grauen Wölfen) bzw. einen Drittel (bei den weissen Wölfen) der gesamten Zaunlänge ab.

Für die Videoanalyse hätte man sehr komplizierte Analysemethoden anwenden können (z.B. eine Korrespondenzanalyse oder ein *generalized linear mixed model*). Wir haben uns aus folgenden zwei Gründen für eine einfache, deskriptive Analyse entschieden: Erstens handelt es sich bei diesem Bericht (noch) nicht um eine wissenschaftliche Publikation. Uns war es wichtiger, dass dieser Bericht für alle Leser einfach verständlich ist. Zweitens wurde dieser Versuch nur an zwei Rudeln (statistisch gesehen  $N=2$ ) durchgeführt, die teilweise ein sehr unterschiedliches Verhalten zeigten. Das heisst, auch wenn wir ein komplexes statistisches Verfahren angewendet hätten, hätten wir keine Aussage darüber treffen können, in welchem Ausmass die Resultate verallgemeinert werden können (wir wissen nicht, welches der beiden Rudel das Verhalten von Gehegewölfen gegenüber Zäunen besser repräsentiert).

Die Frequenz der Wolfspräsenz am Zaun wurde geschätzt in dem für die gesamte Überwachungszeit und für die gegebene Anzahl Wölfe (Grafik 1), die Präsenz aller in diesem Zeitraum anwesenden Individuen zusammengezählt wurde (Grafik 2). Die Mehrheit der Verhaltensanalyse besteht aus Berechnungen von Proportionen oder Prozentsätzen von jeder unterschiedlichen Verhaltensweise während der gesamten Überwachungszeit. Diese sind als absolute (Grafik 3 und 5) oder kumulierte (Grafik 4 und 6) Werte dargestellt.

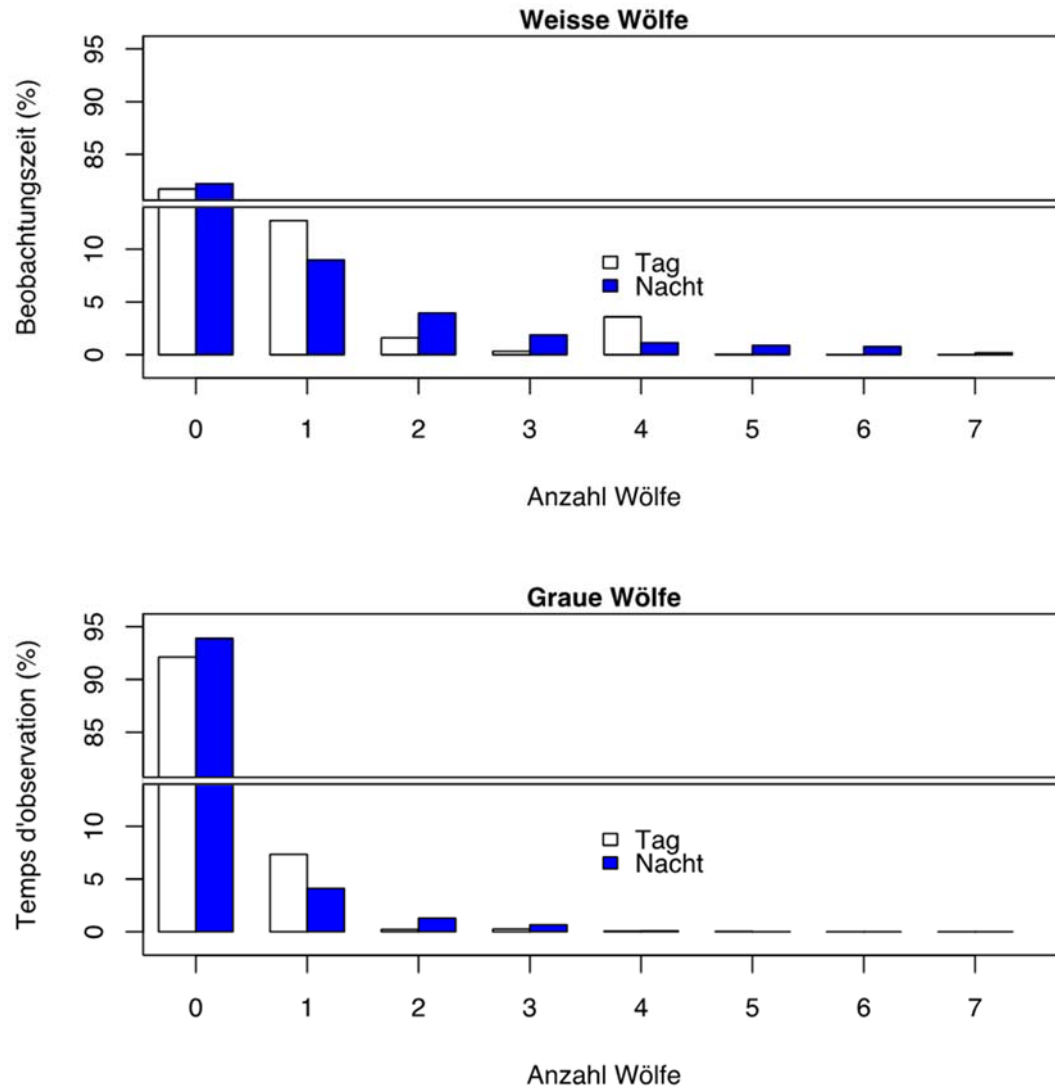
Um die Frequenzen der Verhaltensweisen, die sich stark in der absoluten Anzahl unterscheiden (z.B. ist die Frequenz vom „Schnüffeln“ zehn bis dreissig Mal grösser als die Frequenz des direkten Zaunkontakts), in der selben Grafik vergleichen zu können, wurden Grafiken mit unterbrochenen Achsen (Grafik 1 und 5) dargestellt.

Zusätzlich benutzten wir eine Übergangsanalyse, die die Dynamik der Verhaltensweisen zwei Minuten vor und nach dem Überwinden des Zaunes, aufzeigt (Grafik 7). Mit diesen Daten wurde eine Übergangsmatrix, mit dem Verhalten vor der Passage und dem Verhalten nach der Passage konstruiert und somit räumlich dargestellt, welche Verhaltensweisen vor und nach einer Passage am häufigsten vorkommen. Mit einer Hauptkoordinatenanalyse (Gower, 1966) wurde dargestellt, welche Verhaltensweise oft auf eine andere folgt. D.h. je näher die Verhaltensweisen in der Grafik beieinander liegen, desto öfters kam ein Übergang zwischen den jeweiligen Verhaltensweisen vor. Der Pfeil zwischen den Verhalten zeigt, welches Verhalten der beiden häufiger dem anderen vorhergeht.

## 4 Resultate

### 4.1 Frequenz der Wolfspräsenz am Zaun

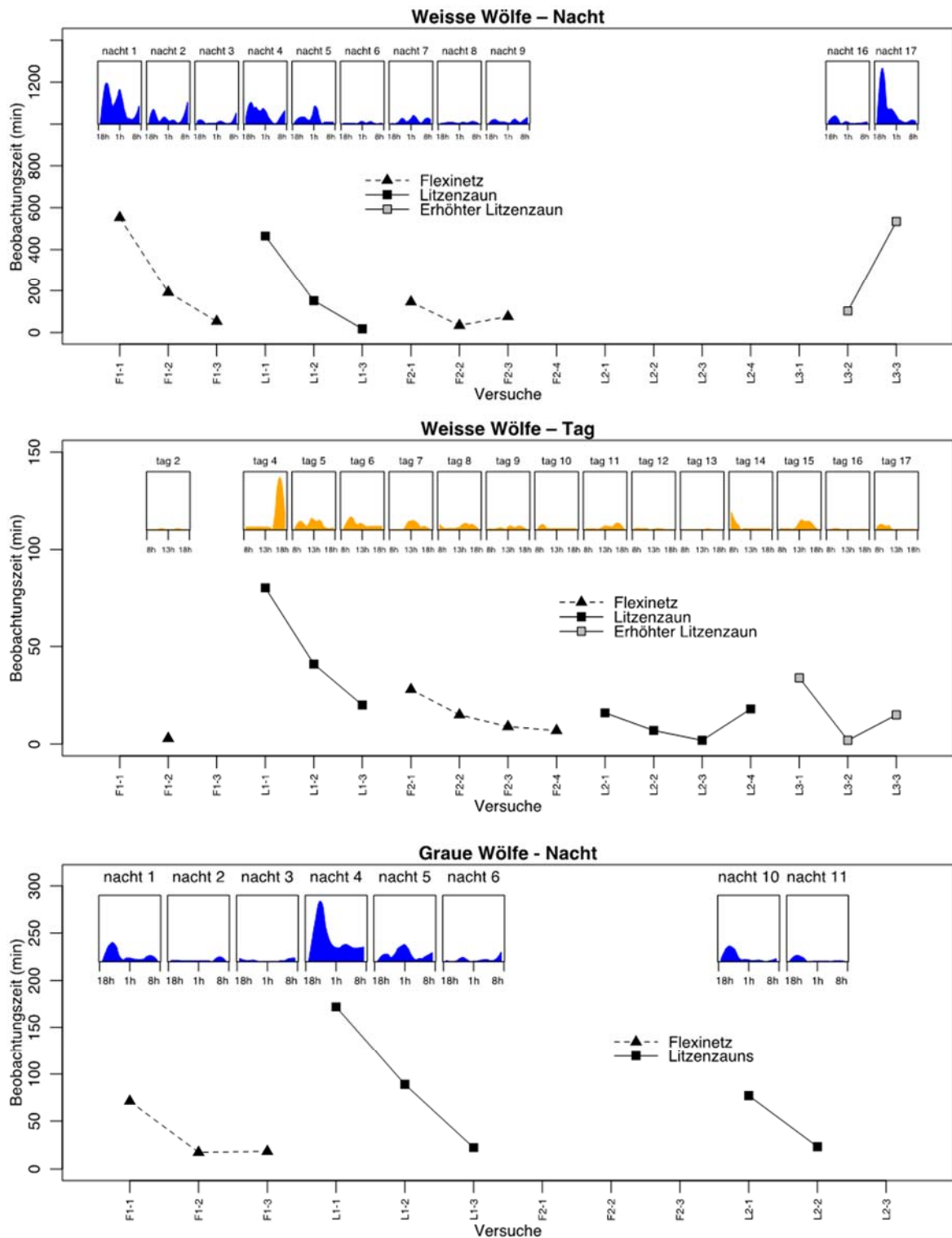
#### 4.1.1 Anzahl anwesender Wölfe



Grafik 1: Die Überwachungszeit im Zusammenhang mit der Anzahl Wölfen am Zaun bei beiden Rudeln, tagsüber und nachts. 15 bis 82 Prozent der Überwachungszeit wird in dieser Grafik nicht dargestellt, damit die Verteilung der Überwachungszeiten, wenn mindestens ein Wolf anwesend war, besser sichtbar ist.

Während 83 Prozent (weisse Wölfe) und 95 Prozent (graue Wölfe) der Überwachungszeit war kein Wolf am Zaun anwesend. Bei Wolfspräsenz war am häufigsten ein einzelner Wolf am Zaun (zwischen 6 Prozent und 14 Prozent der Zeit). Mehrere Wölfe vor dem Zaun wurden nur selten beobachtet. Im Vergleich zum grauen Rudel waren bei den weissen Wölfen häufiger mehrere Wölfe gleichzeitig am Zaun, ausserdem blieben sie durchschnittlich länger am Zaun. Während im weissen Rudel teilweise alle sieben Wölfe gleichzeitig am Zaun beobachtet wurden, waren bei den grauen Wölfen nie mehr als fünf Tiere zur selben Zeit vor dem Zaun. Grundsätzlich wurde bezüglich der Anzahl Individuen am Zaun kein Unterschied zwischen Tag und Nacht erkannt. Jedoch wurden in beiden Rudeln tagsüber mehr Einzelwölfe beobachtet (Einfluss des Analyseverfahrens?) und bei den weissen Wölfen konnte tagsüber ein kleiner Peak der Beobachtungszeit bei fünf Prozent mit vier Individuen (dabei handelt es sich nicht unbedingt immer um dieselben Individuen) am Zaun gefunden werden.

### 4.1.2 Frequenz der Wolfspresenz am Zaun in Abhängigkeit der Zeit

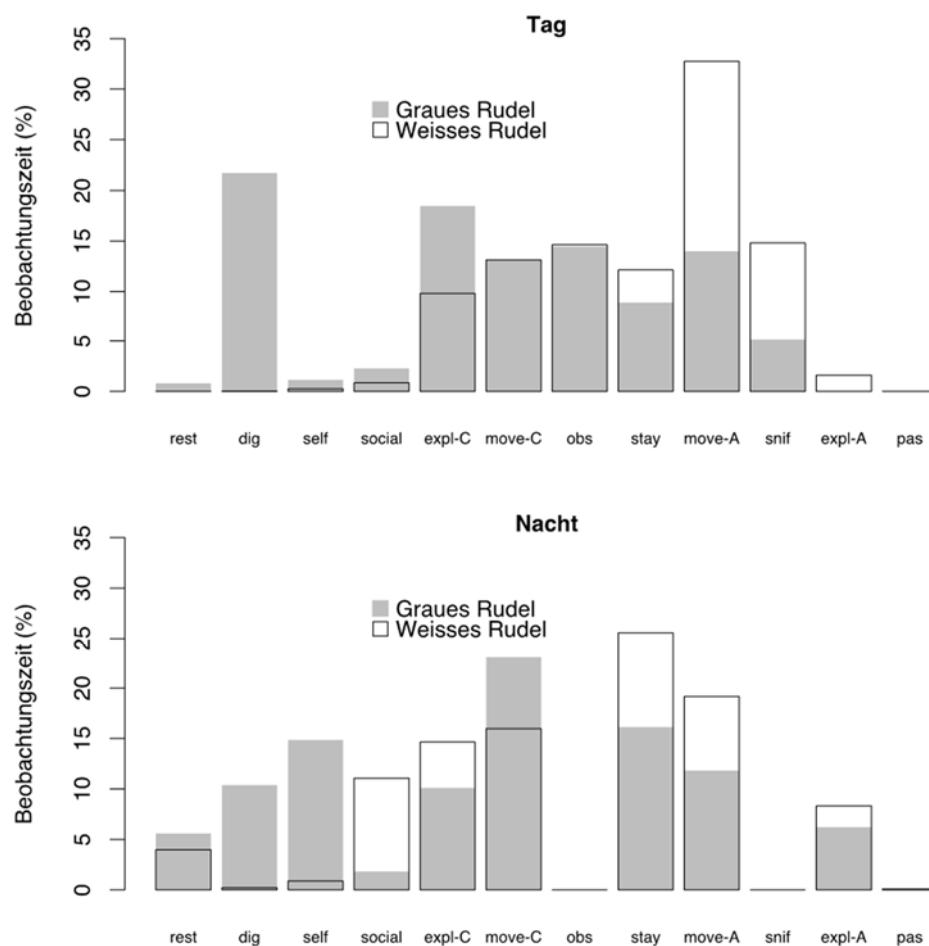


Grafik 2: Die Entwicklung der Frequenz der Wolfspresenz am Zaun als Funktion der einzelnen Experimente für das weisse Rudel (Tag und Nacht) und für das graue Rudel (nur Nacht). Die Versuche mit dem Weidenetz wurden F genannt, L bedeutet ein Versuch mit dem Litzenzaun. Die zweite Ziffer entspricht der Reihenfolge der durchgeführten Experimente (1: 1.mal, 2: 2.mal) und die dritte Ziffer der Anzahl Nacht (oben) oder Tag (unten) innerhalb des Experimentes (z.B. F2-3 = zweiter Versuch mit dem Weidenetz, dritte Nacht). Bleibt zu beachten, dass jedes Experiment 3 Nächte beinhaltet. Für die Überwachungszeit wurden alle Minuten mit Wolfspresenz für alle anwesenden Wölfe summiert (z.B. 100= ein einziger Wolf während 100 Minuten am Zaun oder 5 Wölfe zusammen für 20 Minuten am Zaun). In den Kästchen in blau (Nacht) oder orange (Tag) ist die Verteilung der Wolfspresenz in Funktion der Nacht- respektive Tageszeit dargestellt- wobei hier kein durchgehendes, eindeutiges Muster erkennbar ist.

Zusammengefasst waren die weissen Wölfe häufiger am Zaun als die grauen Wölfe. Insgesamt konnten die weissen Wölfe, wenn man die Anwesenheit von allen Individuen zusammen zählt, in der Nacht 31 Stunden und 36 Minuten am Zaun beobachtet werden (das Experiment L2 ausgenommen). Dagegen waren die grauen Wölfe nachts insgesamt nur 7 Stunden und 13 Minuten am Zaun (das Experiment F2 und L3 wurde nicht durchgeführt). Tagsüber (unterschiedliches Beobachtungsprotokoll) wurden die weissen Wölfe 1 Stunde und 53 Minuten am Zaun beobachtet, die grauen Wölfe dagegen nur 54 Minuten (dies war nicht genügend Anwesenheit um es in der Grafik 2 darzustellen). Innerhalb der einzelnen Versuche nahm die Frequenz der Wolfspräsenz am Zaun stark ab, was auf einen Rückgang der Motivation durch Misserfolg hindeuten könnte (Demotivation). Die Häufigkeit, mit der sich die Wölfe in der ersten Nacht eines Experiments am Zaun aufhalten, war immer grösser als in der letzten Nacht des vorhergehenden Versuchs („Neuheitseffekt“, Remotivation). Nur das Erhöhen der Litzen im Versuch L3 führte zu einer Steigerung der Frequenz in der zweiten Nacht, da das Passieren des Zaunes erleichtert und von einzelnen Individuen mehrfach erfolgreich durchgeführt wurde. Dies könnte auf eine Motivation aufgrund erfolgreicher Passagen hindeuten. In den Nächten, in denen sich die Wölfe oft am Zaun aufgehalten hatten, konnten Frequenzpeaks zwischen 18 bis 19 Uhr, zwischen 24 bis 1 Uhr und im Morgengrauen festgestellt werden. Es scheint keinen Unterschied der Frequenz der Wolfspräsenz zwischen den unterschiedlichen Zaunsystemen zu geben.

## 4.2 Verhaltensanalyse

### 4.2.1 Frequenzen und Unterschiede der beiden Rudel



Grafik 3: Verteilung der Überwachungszeit entsprechend den unterschiedlichen Verhaltensweisen für die beiden Rudel, so wie für Tag und Nacht. Move-A: „selbstsichere“ Fortbewegung; move-C: „vorsichtige“ Bewegung; self: selbstbezogenes Verhalten (sich reinigen, urinieren, sich versäubern, fressen); dig: Graben; rest: sich hinlegen, ausruhen; expl-A: „selbstsicheres“ Erkunden (schnuppern oder beobachten) des Zauns; expl-C: „vorsichtiges“ Erkunden des Zauns; social: soziale Interaktion; stay: Wolf steht (für mindestens fünf Sekunden); pas: Passieren des Zauns (kommt nur im weissen Rudel vor); obs: der Wolf schaut in Richtung Zaun oder darüber hinaus; sniff: Schnuppern am Boden oder an anderen Elementen des Zauns.

Grundsätzlich kamen folgende Verhaltensweisen in beiden Rudeln tagsüber und nachts am meisten vor: Fortbewegung (move-A et move-C), statische Positionen (stay und obs) und Erkunden des Zauns (expl-A, expl-C und sniff). Es ist zu beachten, dass die Verhaltensweise „obs“ in der Nacht nicht vorgekommen ist, da das Beobachtungsprotokoll bei der Auswertung von zwei verschiedenen Personen leicht unterschiedlich angewendet wurde.

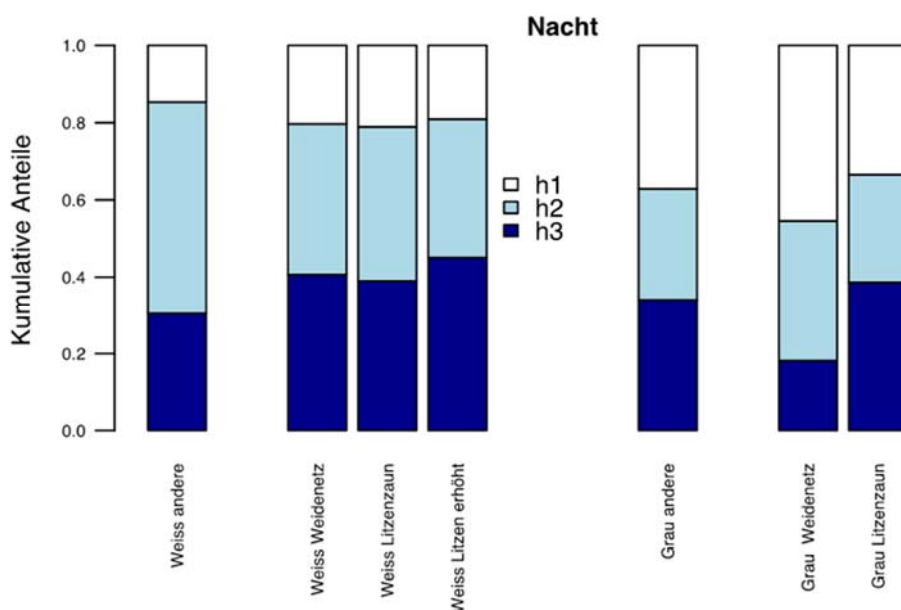
Das graue Rudel im Vergleich zu den weissen Wölfen:

- Häufiges Graben und Scharren im Boden (dig).
- Vermehrtes „vorsichtiges“ Erkunden des Zaunes tagsüber und mehr „vorsichtige“ Fortbewegung nachts (expl-C).
- Mehr auf sich bezogenes Verhalten (self), vor allem während der Nacht.
- Kein Wolf passierte den Zaun (pas) und kein „selbstsicheres“ Erkunden des Zaunes tagsüber (expl-A).

Das weisse Rudel im Vergleich zum grauen Rudel:

- Häufigeres „selbstsicheres“ Erkunden des Zaunes und vermehrtes „selbstsicheres“ Fortbewegen (move-A und expl-A), sowie häufigeres Schnuppern (sniff), vor allem tagsüber.
- Vermehrt statische Positionen (sta) und vor allem nachts häufige soziale Interaktionen (social).
- Es wurde nur selten gegraben oder gescharrt (dig) und auch auf sich bezogenes Verhalten kam nur selten vor (self).
- Die Zäune wurden einige Male passiert (pas).

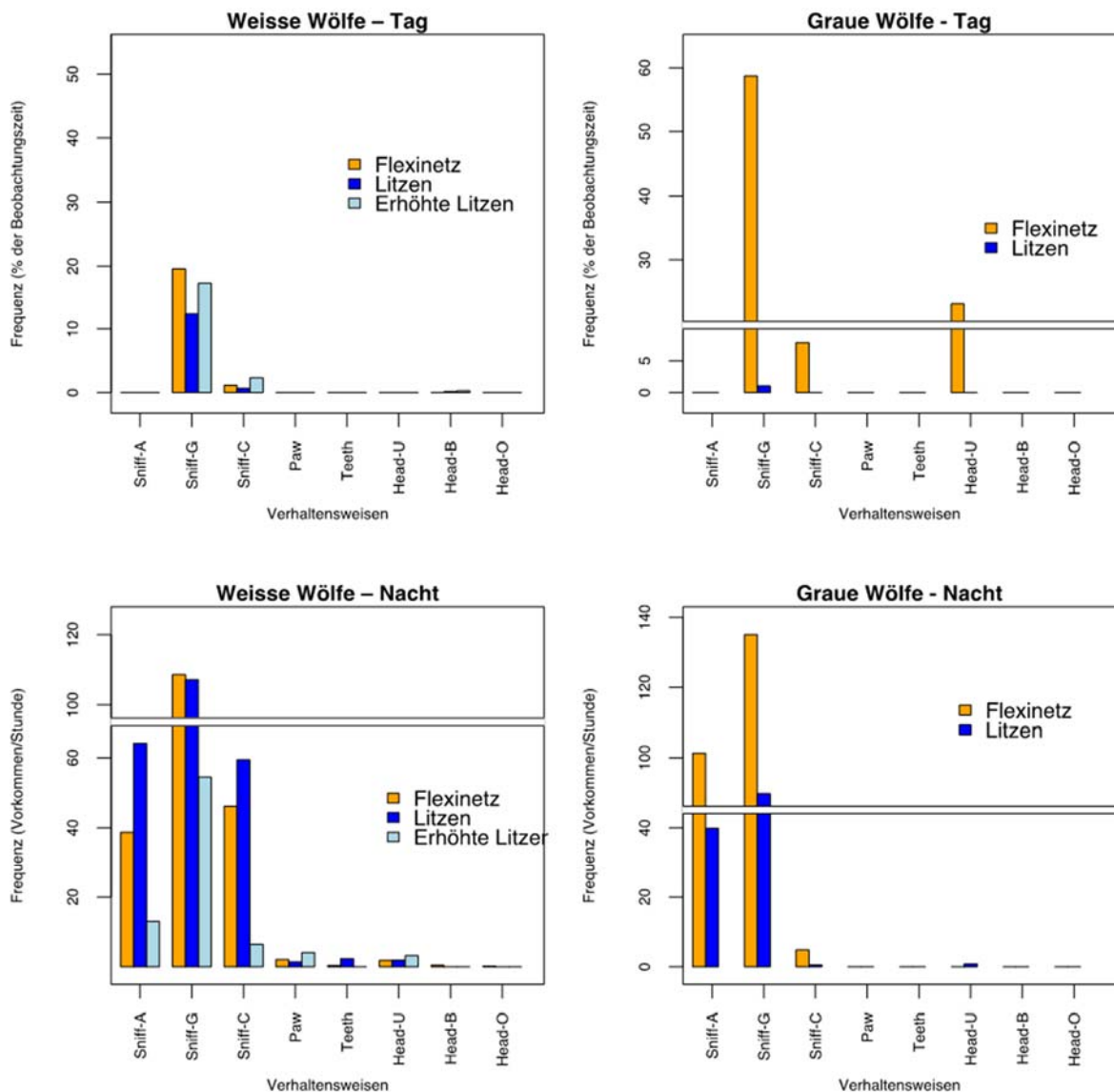
#### 4.2.2 Kopfstellung



Grafik 4: Darstellung der Position des Kopfes während der Erkundung des Zaunes nachts, pro Zauntyp und Rudel. „Weiss-andere“ und „Grau-andere“ zeigen die Kopfstellung während anderen Verhaltensweisen (vor allem während der Fortbewegung und während den statischen Positionen) auf. h1: Kopf nach oben gerichtet; h2: Kopf auf Schulterhöhe; h3: Kopf auf den Boden gerichtet.

Bei den weissen Wölfen wurde die Kopfstellung h3 während des Erkundens grundsätzlich öfters beobachtet als während den restlichen Verhaltensweisen (39 bis 45.1 Prozent während des Erkundens, 30.5 Prozent während den restlichen Verhaltensweisen). Auch die Stellung h1 konnte während des Erkundens ein bisschen öfters beobachtet werden. Die weissen Wölfe hatten ihren Kopf während des Erkundens des Zaunes insgesamt weniger auf Position h2 als während der restlichen Verhaltensweisen. Bei den grauen Wölfen konnte die Position h3 während der Erkundung des Litzenzaunes deutlich mehr beobachtet werden als beim Weidenetz (34.1 Prozent beim Litzenzaun und 18.2 Prozent beim Weidenetz) dafür kam die Position h1 beim Weidenetz öfters vor. Dies könnte daraufhin deuten, dass die grauen Wölfe beim Litzenzaun vermehrt nach Durchgangsmöglichkeiten im unteren Bereich suchen und beim Weidenetz mehr die Höhe des Zaunes untersuchen. Während der restlichen Verhaltensweisen ist bei den grauen Wölfen kein wirklicher Unterschied zwischen den Kopfpositionen festzustellen.

### 4.2.3 Erkundung des Zaunes



Graphik 5: Vergleich der Frequenzen (Prozent der Beobachtungszeit (Tag) und Vorkommen/Stunde (Nacht)) der unterschiedlichen Erkundungsverhalten als Funktion der unterschiedlichen Testzäune, für die beiden Rudel und für Tag und Nacht. Sniff-A: in der Luft schnuppern (in der Taganalyse nicht berücksichtigt); Sniff-G: Schnuppern am Boden; Sniff-C: Schnuppern am Zaun oder an den Holzpfosten vor dem Zaun; Paw: Kontakt mit der Pfote zum Zaun; Teeth: Kontakt mit den Zähnen zum Zaun; Head-U: den Kopf unter dem Zaun hindurch strecken; Head-B: mit dem Kopf zwischen den Litzen durch; Head-O: den Kopf über den Zaun strecken. (Mit dem Flexinetz ist das 90 cm hohe Weidenetz gemeint).

Während der Erkundung der Zäune wurde vor allem in der Luft oder am Boden geschnuppert (zumindest in der Nacht), gefolgt vom Schnuppern am Zaun (vor allem nachts bei den weissen Wölfen). Das Hindurchstrecken des Kopfes (vor allem unten durch) wurde bei beiden Rudeln, am Tag und in der Nacht beobachtet, allerdings nicht sehr häufig. Nur die grauen Wölfe streckten den Kopf tagsüber oft über das Weidenetz. Das Erkunden des Zaunes mit den Zähnen oder der Pfote wurde hingegen nur bei den weissen Wölfen in der Nacht beobachtet. Bei dem erhöhten Litzenzaun, der mehrmals passiert wurde, nahm die Frequenz des Schnupperns deutlich ab, das Erkunden der Litzen mit der Pfote und das unten Durchstrecken des Kopfes kam in diesem Versuch am häufigsten vor. Die grauen Wölfen erkundeten das Weidenetz deutlich mehr als den Litzenzaun.



### 4.3 Das Überwinden des Zaunes



Foto 4: Das Bild einer Fotofalle zeigt zwei Wölfe des grauen Rudels am Litzenzaun, einer davon gräbt.



Foto 5: Das Bild der Handkamera zeigt einen weißen Wolf, der den Boden vor dem Weidenetz mit Vorsicht und Zurückhaltung beschnuppert.

#### 4.3.1 Beschreibung des Überwindens

Insgesamt wurde der Testzaun 18 Mal überwunden, wobei nur die weißen Wölfe den Zaun passierten: achtmal in der ersten Nacht des ersten Versuchs (zum Teil über das durch vorgängige Überquerungsversuche schon umgerissenes Weidenetz), neunmal in der letzten Nacht des fünften Versuchs (Litzenzaun erhöht) und einmal am letzten Tag (Litzenzaun erhöht).

Während des ersten Experiments (Weidenetz und weiße Wölfe), wurde dreimal versucht, den Zaun mittels „Anlauf und direkten Sprung in das Netz“ zu überwinden. Zuerst sprang ein Wolf in das elektrifizierte Netz, ohne auf die andere Seite zu gelangen. Danach sprang zweimal ein Wolf (wobei unklar ist ob es zweimal der gleiche war in das Netz und gelangte beide Male via Purzelbaum auf die andere Seite des Zauns. In Umgekehrter Richtung wurde die Zone 3 auch wieder auf dieselbe Art verlassen. Zwei graue Wölfe, die durch eine Lücke in einem an das Weidenetz angrenzenden Zaun innerhalb des Geheges in die Zone 3 gelangten, benutzten dieselbe Methode um wieder zu den restlichen Wölfen zurück zu gelangen. Mit dieser Art und Weise der Durchquerung wurde das elektrifizierte Weidenetz jeweils beschädigt. Da das Weidenetz bei den weißen Wölfen danach am Boden lag, konnten sie es einfach überwinden: sie sprangen über das am Boden liegende Netz.

Als der Zaun mit den erhöhten Litzen das erste Mal passiert wurde, berührte der Wolf vorgängig die obere Litze mit der Nase und bekam einen Stromschlag. Darauf sprang er direkt zwischen den beiden Litzen hindurch. Im selben Versuch wurde der Zaun neun weitere Male passiert, dabei schlüpfen die Wölfe immer unter der untersten Litze durch.

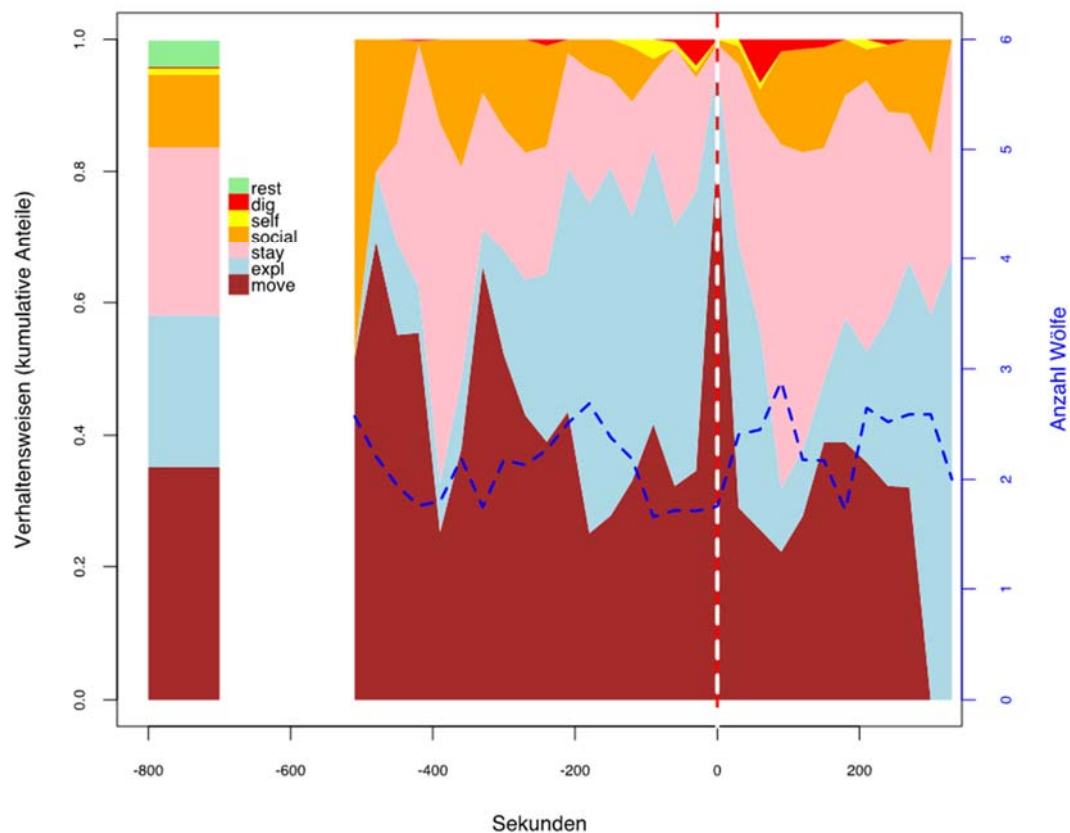
Der jeweilige Wolf konnte einige Male den Litzenzaun mit einem Stück Fleisch passieren, um zum Rest des Rudels zu gelangen (teilweise wurde das Fleisch auch vorher fallen gelassen). Es wurde nie beobachtet, dass mehrere Wölfe einen Zaun gleichzeitig überwand. Aufgrund der Ein- und Austritte in/ aus Zone drei kann man jedoch schliessen, dass sich vereinzelt auch zwei Wölfe gleichzeitig in Zone drei aufhielten.

	Nacht vom 14. auf den 15. Oktober 2015 <b>(Weidenetz)</b>		Nacht vom 3. auf den 4. Dezember 2015 <b>(Litzenzaun)</b>	
	Anzahl	Art des Überwindens	Anzahl	Art des Überwindens
18h-20h	0		2	Berührte die obere elektrifizierte Litze und sprang daraufhin direkt in den Zaun. Somit sprang er zwischen den zwei Litzen durch. Passiert den Zaun unten durch.
20h-22h	(1)	Springt in das Netz und wird zurück geschleudert (kommt nicht auf die andere Seite).	1	Passiert den Zaun unten durch.
22h-0h	1	Springt in das Netz, macht einen Purzelbaum und kommt auf der anderen Seite des Zaunes zum Stehen.	0	
0h-2h	2	Springt in das Netz, macht einen Purzelbaum und kommt auf der anderen Seite des Zaunes zum Stehen. Springt über das Netz, das am Boden liegt.	4	Passiert den Zaun unten durch.
4h-6h	0		1	Passiert den Zaun unten durch.
6h-8h	1	Springt über das Netz, das am Boden liegt.	1	Passiert den Zaun unten durch.
8h-10h	4	Springt über das Netz, das am Boden liegt (4 x).	1	Passiert den Zaun unten durch.
<b>Total</b>	<b>8</b>		<b>10</b>	

Tabelle 3: Anzahl und Art der Zaunpassagen der Zeit entsprechend aufgelistet. Ein Überwindungsversuch, der aber nicht gelang, ist mit Klammern markiert.

Am häufigsten wurde der Zaun in der Mitte der Nacht (0h-2h) oder am Morgen passiert (Achtung: da der Zaun nur in zwei Nächten überwunden wurde, kann keine allgemeingültige Aussage getroffen werden). Der Wolf, der den Zaun jeweils überwand, blieb im Schnitt drei Minuten und 30 Sekunden hinter dem Zaun mit einer hohen Variabilität zwischen 1 und 39 Minuten und einer Ausnahme von 2 Stunden und 41 Minuten- welche für die Berechnung des Durchschnitts jedoch nicht berücksichtigt wurde.

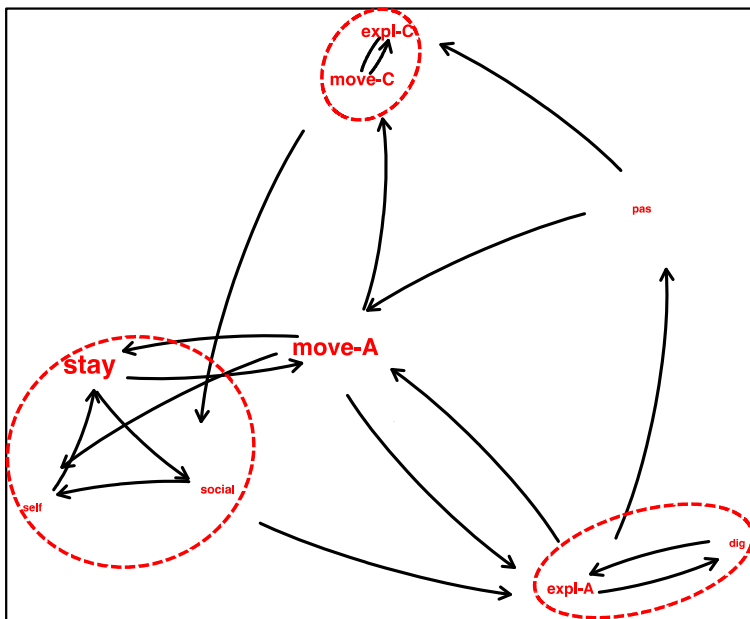
### 4.3.2 Entwicklung des Verhaltens vor/nach dem Überwinden des Zaunes



Grafik 6: Die Entwicklung des Verhaltens (kumulative Anteile) der weissen Wölfe zwischen 500 Sekunden vor dem Passieren des Zauns und 300 Sekunden danach. Bei Sekunde 0 wurde jeweils der Zaun überwunden (rot-weißer Strich). Die blaue Achse rechts und die blaue Kurve stellen die durchschnittliche Anzahl beobachteter Wölfe dar. Links werden für alle Beobachtungen die kumulativen Anteile der Verhaltensweisen, sowie die Anzahl Wölfe (Durchschnitt +/- Standardabweichung) angezeigt.

Fünf Minuten vor dem Passieren des Zauns nahmen die sozialen Interaktionen und die Verhaltensweisen mit Fortbewegung (*move*) ab. Dafür erkundeten die Wölfe den Zaun intensiver als zuvor (Zunahme dieses Verhaltens von 10 Prozent auf 40 Prozent der Zeit). Etwa ein bis zwei Minuten vor dem Überwinden des Zauns nahm die Häufigkeit von individuellem Verhalten zu, die Wölfe begannen vermehrt zu graben (dennoch immer weniger als 5 Prozent der Zeit) und es fanden keine sozialen Interaktionen mehr statt.

Innerhalb der zwei Minuten nach dem ein Individuum den Zaun passiert hatte erkundeten die restlichen, aussen gebliebenen Individuen den Zaun weiterhin, nahmen statische Positionen ein (fast 50 Prozent der Zeit, dabei handelt es sich mutmasslich um Beobachtungsverhalten), begannen wieder zu graben und zeigten wieder soziale Interaktionen (zu 15 Prozent der Zeit). Es konnte kein Erholungsverhalten resp. Liegen (*rest*) in den Minuten vor und nach dem Überwinden des Zaunes festgestellt werden. Im Vergleich dazu macht das Erholungsverhalten (*rest*) während des gesamten Versuchs 5 Prozent des beobachteten Verhaltens aus. Die Anzahl der Wölfe, die in den Minuten um die Zaunpassage am Zaun präsent waren, zeigt keinen Unterschied zu der sonstigen Anzahl Wölfe am Zaun. Zu beachten ist, dass diese Resultate das durchschnittliche Auftreten der unterschiedlichen Verhaltensweisen repräsentieren, jede einzelne Passage gestaltete sich aber individuell (z.B. so gruben die Wölfe teilweise sehr viel oder teilweise auch gar nicht).



Grafik 7: Übergangsdiagramm der individuellen Verhaltensweisen, die von zwei Minuten vor und bis eine Minute nach dem Passieren des Zaunes im weissen Rudel beobachtet wurden. Die Positionen der Verhaltensweisen wurden durch eine Hauptkomponentenanalyse der beobachteten Übergangsfrequenz bestimmt. Je näher sich die ausgewählten Verhaltensweisen befinden, desto häufiger folgten diese aufeinander (in der einen oder der anderen Reihenfolge). Die Schriftgrösse des Textes widerspiegelt wie häufig das entsprechende Verhalten während der Überwachungszeit vorgekommen ist (von ca. 1 Prozent (*dig*) bis 30 Prozent (*stay*)).

Betrachtet man die Dynamik der Verhaltensweisen sieht man deutlich ein häufiges Wechseln zwischen statischen Positionen (oder Beobachtung, *stay*), individuellem Verhalten (*self*) und sozialen Interaktionen (*social*). Dieser „anfängliche“ Zustand scheint nicht im Zusammenhang mit dem Überwinden des Zaunes zu stehen. Er könnte aber zum zweiten Zustand, nämlich dem häufigen Übergang zwischen Graben (*dig*) und „selbstsicherem“ Erkunden (*expl-A*), führen. Ein dritter Zustand besteht aus dem häufigen Übergang zwischen „vorsichtigem“ Bewegen und „vorsichtigem“ Erkunden des Zaunes (*move-C* und *expl-C*). Das „selbstsichere“ Bewegen (*move-A*) scheint ein häufiger Übergang zwischen den drei beschriebenen Zuständen zu sein.

Der Zaun wurde am häufigsten nach „selbstsicherem“ Erkunden des Zaunes und nach Graben (*expl-A* und *dig*) überwunden. Direkt nachdem der Zaun passiert wurde, verhielten sich die Wölfe ausserhalb des Zaunes „vorsichtiger“ (*move-C* und *expl-C*), bevor sie dann wieder in den „anfänglichen“ Zustand (*stay*, *social* und *self-C*) übergingen.

## 5 Zusammenfassung und Diskussion der Resultate

Die Auswertungen der Daten der Wärmebildkameras geben folgende Antworten auf unsere Kernfragen.

### 5.1 Frequenz der Wolfspräsenz am Zaun

Grundsätzlich waren die Wölfe nicht sehr häufig am Zaun (weniger als 10 bis 20 Prozent der gesamten Versuchszeit, Grafik 1). Die Frequenz der Wolfspräsenz in Zone 1 und 2 nahm im Verlauf der drei Versuchstage jeweils deutlich ab. Dies lässt vermuten, dass die Motivation der Wölfe, den Zaun weiter zu erkunden abnimmt, wenn – trotz zunehmendem Hunger – keine erfolgreiche Überwindung gelingt. Am Anfang von jedem neuen Versuch war die Motivation aber wieder vorhanden (Grafik 2). Das Experiment 5 mit dem erhöhten Litzenabstand (Litzen auf 35 und 80 Zentimeter) war die Ausnahme. In Folge von erfolgreichen Passagen nahm in diesem Versuch die Präsenz im Zaunbereich deutlich zu. Abgesehen vom Experiment 5 scheint es nicht möglich, einen Zusammenhang zwischen Zauntyp und Wolfspräsenz am Zaun zu finden.

Offen bleibt, ob die Frequenz der Annäherungen und Erkundungen nach weiteren Versuchstagen/Hungertagen wieder ansteigen würde und die Wölfe sozusagen einen zweiten Anlauf starten würden, um den Zaun zu überwinden. Insgesamt war die Anzahl Hungertage jedoch auf maximal sieben beschränkt, um die Gesundheit der Tiere nicht zu strapazieren.

### 5.2 Erkunden des Zaunes: unten oder oben?

Die weissen Wölfe erkundeten die Zäune vermehrt unten (h3) oder mit einer horizontalen Kopfstellung (h2). Oben (h1) inspizierten sie die Zäune deutlich weniger. Während dem Erkunden der Zäune hatten die weissen Wölfe rund 39 bis 45.1 Prozent der Zeit den Kopf nach unten gerichtet. In der übrigen Zeit (kein Erkundungsverhalten) hatten sie den Kopf nur 30.5 Prozent der Zeit nach oben gerichtet (Grafik 4).

Die grauen Wölfe hielten den Kopf während des Erkundungsverhalten - insbesondere beim Weidenetzzaun-, häufiger nach oben (h1) und weniger horizontal oder nach unten (h2, h3). In Anwesenheit des Litzenzauns zeigten sie jedoch vermehrt die nach unten gerichtete Kopfhaltung- dieser Unterschied punkto Zauntyp war bei den weissen Wölfen nicht zu beobachten (Grafik 4).

Obwohl der Unterschied nur ansatzweise zu sehen ist, scheint es, als ob die weissen Wölfe beide Zaunsysteme während dem Erkundungsverhalten tendenziell eher unten inspizierten.

### 5.3 Das Überwinden des Zaunes

Dank den Resultaten der Nachtanalyse können folgende Aussagen über die Art und Weise, wie die Wölfe den Zaun überwinden, gemacht werden:

- Es gab bei beiden Rudeln keine Sprünge über den korrekt aufgestellten Zaun, obwohl die Gesamthöhe nie höher als 90 Zentimeter beim Weidenetz und 65 resp. 80 Zentimeter beim Litzenzaun war.
- Die Wölfe konnten das Weidenetz zweimal überwinden, indem sie ins Netz reinsprangen, sechs Mal sprangen sie über das beschädigte, am Boden liegende Weidenetz. Beim Litzenzaun sprang ein Wolf einmal zwischen den Litzen durch und neun Mal passierte ein Wolf den Litzenzaun unterhalb der untersten Litze (Tabelle 3).
- Die Wölfe haben also den korrekt installierten Zaun mehrheitlich untendurch passiert. Dies geschah in der Mitte der Nacht oder im Morgengrauen und die Wölfe verweilten jeweils einige Minuten in der Zone 3. Eine Passage kündigte sich grundsätzlich einige Minuten vorher an durch eine Veränderung der vorherrschenden Verhaltensmuster: Übergang vom „Initial-Zustand“ (Fortbewegung, soziale Interaktion oder statische Position/Beobachtung) zum „selbstsicheren“ Erkunden und Bewegen sowie Graben. (Grafik 6, 7).
- Ein bis zwei Minuten vor dem Überwinden des Zaunes begannen einige Wölfe zu graben (Grafik 6, 7). Nachdem der Zaun von einem Wolf passiert wurde, gruben einige der Individuen vor dem Zaun weiter, oder zeigten folgende Verhaltensmuster: vorsichtiges Erkunden des Zauns und vorsichtige Fortbewegung.. Anschliessend kamen sie in den anfänglichen Zustand zurück (Grafik 6, 7)
- Während des Versuchs 5, bei welchem die Litzen auf 35 und 80 Zentimeter erhöht wurden, wurde der Zaun zehnmal passiert. Es konnte hiermit deutlich gezeigt werden, dass der Abstand zwischen der untersten Litze und dem Boden, bezüglich der Zauneffizienz, eine entscheidende Rolle spielt.
- Es ist entscheidend in einer weiteren Studie zu untersuchen, wie sich die Wölfe verhalten, wenn man beispielsweise die Litzenhöhe wieder auf 25 und 65 Zentimeter hinuntersetzen würde, nachdem erfolgreiche Passagen

bei den erhöhten Litzen stattgefunden haben. So könnte man untersuchen, ob die Wölfe grundsätzlich schon gelernt haben, einen Zaun mit zwei Litzen zu überwinden resp. zu unterkriechen.

- Die hier beobachtete Tendenz, dass die Wölfe eher unter dem Zaun (teilweise in Verbindung mit Graben) oder zwischen den unteren Litzen durchschlüpfen, stimmt mit den Erfahrungen, die in Deutschland und Italien mit wilden Wölfen gemacht wurden, überein.

## 5.4 Unterschiede zwischen den Rudeln

Die zwei Rudel unterscheiden sich in Bezug auf Ihre Verhaltensweisen im Zaunbereich zum Teil deutlich.

Die graue Wölfe zeigen folgende charakteristische Verhaltensweisen:

- Deutlich mehr vorsichtige Annäherungen und Erkundungen. Hier muss jedoch berücksichtigt werden, dass nur drei Versuche ausgewertet werden konnten und der letzte Versuch erst mit acht Wochen Abstand auf den vorangehenden stattfand. In dieser relativ langen Pause ging möglicherweise der „Gewöhnungseffekt“ an den Zaun verloren und es könnten aus diesem Grund im letzten Versuch wieder weniger Präsenz in Zone 1 und 2 sowie mehr vorsichtige Verhaltensweisen beobachtet worden sein. Unterstützt wird diese Annahme durch sehr ähnliche Graphen in der Grafik 2 zum ersten und letzten Versuch.
- Intensives Graben interessanterweise jedoch fast ausschliesslich in Versuch 2, beim Litzenzaun. Hier ist zudem zu bemerken, dass auch in anderen Teilen des Geheges sehr deutliche Grabspuren festgestellt werden konnten. Ganz offensichtlich gehört das Verhalten „Graben“ zum Verhaltensrepertoire dieses Rudels, auch ausserhalb unserer Versuche.
- Es wurde nie das ganze Rudel im direkten Zaunbereich beobachtet, sondern am häufigsten ein bis drei Tiere. Dies kann auf die Hierarchie des Rudels zurückzuführen sein, bei welchem die dominanten Tiere die anderen Rudelmitglieder nicht am Zaun tolerieren.
- Es gab keine Durchgänge durch den elektrifizierten Test-Zaun, jedoch haben sich die grauen Wölfe auf einem Umweg Zugang zum ausgelegten Fleisch verschafft.

Die Polarwölfe lassen sich durch folgende Verhaltensweisen charakterisieren:

- Sie waren häufiger vor dem Zaun zu beobachten (Grafik 1).
- Sie zeigten deutlich weniger vorsichtige Verhaltensweisen, dafür umso mehr selbstsicheres Erkundungsverhalten und Fortbewegung. Diese „selbstsicheren“ Verhaltensweisen haben zudem von Versuch zu Versuch zugenommen.
- Mehr soziale Interaktionen, insbesondere Spiel, konnte im Zaunbereich beobachtet werden. Zudem waren hier häufiger auch vier bis sechs Individuen präsent, nachts zum Teil auch das ganze Rudel. Die sozialen Interaktionen sowie die Präsenz von mehreren Individuen gleichzeitig am Zaun kann auf die noch wenig geklärte Rangordnung innerhalb des Rudels zurückzuführen sein, das heisst alle Individuen haben Gelegenheit, den Zaun zu erkunden.
- In zwei Versuchen wurden insgesamt 18 Durchgänge beobachtet.

## 5.5 Die Stromführung des Zaunes

Die Zäune waren während allen Versuchen (inklusive während des „Neuheitstests“) elektrifiziert. Die Spannung wurde jeweils vor und nach dem Versuch gemessen. Sie betrug im Durchschnitt rund 3500 Volt. Dies entspricht der Spannung, die für landwirtschaftlich genutzte Viehzäune üblich ist.

Die gemessenen Spannungswerte sind aber mit Vorsicht zu geniessen, da einer der Voltmeter ohne Erdungsstab benutzt wurde. Dies kann zu ungenauen Werten führen. Am Ende des Versuches Nummer 3 bei den weissen Wölfen wurde nur eine Spannung von 1'000 Volt gemessen. Es könnte sein, dass der Zaun schlecht mit der Batterie verbunden war. Trotz des geringen Stromwerts hat während diesem Versuch kein Wolf den Zaun passiert.

### 5.5.1 Die Reaktion der Wölfe auf einen elektrischen Schlag

Es konnte beobachtet werden, wie ein Wolf einen Stromschlag erhielt: Er entfernte sich sofort mit dem Schwanz zwischen den Beinen. Vermutlich hat er auch aufgejault (da die Wärmebildkameras keinen Ton aufnehmen, kann über die Geräusche nachts keine Aussage gemacht werden). Leider kann auch nicht erörtert werden, nach welcher Zeit das Individuum, das den Stromschlag erhalten hatte, wieder zum Zaun zurückgekehrt ist. Während dem ersten Versuch bei den weissen Wölfen konnte ein Wolf beobachtet werden, der einen elektrischen Schlag erhalten hatte, weil er den Elektrozaun mit seiner Schnauze berührt hatte. Dieser Wolf kam nicht mehr zum Zaun zurück, sogar als der Zaun abgebaut wurde und das Fleisch frei zugänglich war: alle Rudelmitglieder nutzten den freien Zugang um das Fleisch zu fressen, nur der eine Wolf blieb fern. Im nächsten Versuch war aber auch dieser

Wolf wieder am Zaun zu beobachten. Es könnte sein, dass eine höhere Stromspannung eine länger anhaltende Wirkung eines Elektrozaunes bewirken könnte. Es ist zudem zu beachten, dass die Wölfe im Tierpark Sainte-Croix bereits in Kontakt mit elektrifizierten Zäunen waren, da bereits ein elektrifizierter Draht innerhalb des Geheges installiert ist.

## 5.6 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche stützt sich vor allem auf fünf Studien, die sich mit der Effizienz von Zäunen gegen Grossraubtiere befassen (bei dreien ging es um die Effizienz der Zäune gegen Wölfe, bei einer gegen Luchse und bei einer gegen Kojoten).

Die Studien, die sich mit Wölfen befassen, haben vor allem die Anzahl und Frequenz der Angriffe in einer bestimmten Zeit zwischen herkömmlichen Zäunen und verstärkten Zaunsystemen (erhöht und/oder elektrifiziert) verglichen.

In diesen Studien wurde die Zaunhöhe auf 90 bis 200 Zentimeter angepasst, wobei der maximale Abstand zwischen der untersten Litze und dem Boden 20 bis 25 Zentimeter betrug.

In zwei Studien (Cortès, 2007 und Wam, Dokk et Hjeljord, 2004) nahm die Anzahl und die Frequenz der Angriffe von Wölfen nach der Erhöhung und/oder der Elektrifizierung des Zaunes deutlich ab.

In einer anderen Studie, die sich mit Wölfen befasste (Liere et Dwyer, 2013) wurde kein Unterschied zwischen nicht-elektrifizierten und elektrifizierten Zäunen gefunden. Interessant war, dass in dieser Studie laut den Angaben zweier Hirten beobachtet wurde, wie Wölfe über die Zäune sprangen. Wenn sich die Wölfe dort nun tatsächlich auf das Überspringen der Zäune spezialisiert hatten, war die Elektrifizierung des Zaunes somit nutzlos - springt ein Wolf über einen Zaun und berührt ihn dabei, so kann er während er sich im freien Sprung befindet auch keinen Stromschlag kriegen.

Die Resultate der Studien, die sich mit Gehege-Luchsen und Kojoten befassen, sind sehr aufschlussreich. Sie befassen sich damit, wie die Beutegreifer die Zäune überwinden, die Funktionsweise und Standorte der Zäune und den Abstand zwischen den Litzen.

Sobald die Distanz zwischen der untersten Litze eines Zaunes und dem Boden mehr als 25 Zentimeter betrug, krochen die Luchse unter dem Zaun oder zwischen den unteren Litzen durch. Bei den Kojoten zeigen die Resultate, dass 80 Prozent der Kojoten unter einem Zaun mit mehreren Litzen durchschlüpfen, 15 Prozent zwischen den unteren Litzen hindurch krochen und nur fünf Prozent der Kojoten über den Zaun sprang. Diese Resultate zeigen, wie wichtig für die Effizienz die Distanz zwischen der unteren Litze und dem Boden ist.

Aus den Resultaten dieser Studien geht hervor, dass eine Distanz von 20 bis 25 Zentimetern zwischen den Litzen in der Mehrheit der Fälle effizient gegen Raubtierangriffe schützt.

Deshalb wurde auch in unserer Studie mit einer ähnlichen Distanz zwischen den unteren beiden Litzen begonnen.

## 5.7 Störfaktoren und Unregelmässigkeiten

Während den Experimenten sind folgende Störfaktoren und Unregelmässigkeiten aufgetreten, welche die Resultate allenfalls beeinflusst haben könnten und somit berücksichtigt werden müssen:

- Während der täglichen Besuche der Tierpflegerinnen und -pfleger waren die Wölfe abgelenkt. Es dauerte jeweils zehn bis zwanzig Minuten, bis die Wölfe zurück an den Zaun kamen.
- Die aussergewöhnlichen Aktivitäten im Tierpark rund um Halloween, die teilweise bis spät in die Nacht andauerten, führten zu zusätzlichen Geräuschen, die das Verhalten der weissen Wölfe während des zweiten Experiments beeinflusst haben könnten.
- Unser Beobachtungspunkt war vor allem bei den weissen Wölfen sehr nahe an Gehege und Testzaun. Da sich die Beobachtungsplattform der Touristen an einem anderen Ort befand, waren sich die Wölfe die Anwesenheit von Menschen an unserem Beobachtungspunkt nicht gewohnt. Es ist also möglich, dass unsere Präsenz ihr Verhalten beeinflusst hat.
- Die Messung der elektrischen Spannung auf dem Zaun war z.T. nicht ganz präzise.
- Die Videoanalyse wurde von drei unterschiedlichen Personen vorgenommen. Dies kann die Resultate beeinflusst haben, da jeder eine unterschiedliche Art und Weise hat, die Verhaltensweisen zu notieren.
- Das ganze Material wurde bei jedem Versuch am Anfang neu im Gehege installiert. Dies führte zu Unruhe im Gehege. Ausserdem war es schwierig, die Wärmebildkameras und die Fotofallen immer wieder exakt gleich auszurichten, sodass man stets den gleichen Bereich des Geheges filmen konnte.
- Die achtwöchige Pause zwischen dem vorletzten und dem letzten Experimente bei den grauen Wölfen führte zu einem Unterbruch im Versuchsablauf. Ausserdem wurden während dieser Zeit Arbeiten im Gehege nebenan

getätigt, was das Verhalten der Wölfe ebenfalls beeinflusst haben könnte. Überdies starb während dieser Pause die Wölfin Alix.

- Die Daten der Tag- und Nachtanalyse sind aus folgenden Gründen nicht vergleichbar: Die Nachtanalyse basiert auf den Filmen der Wärmebildkameras, die permanent die gesamte Zaunlänge filmten. Im Gegensatz dazu basiert die Taganalyse auf den Filmen der Fotofallen (zwei Fotofallen bei den grauen Wölfen und eine Fotofalle bei den weißen Wölfen). Diese Filme dauerten nur zwanzig bis vierzig Sekunden und zeigen nur einen Teil der Zaunlänge (circa die Hälfte bei den grauen Wölfen und circa ein Viertel bei den Polarwölfen), weil die Reichweite des Bewegungssensors nur zehn bis zwölf Meter beträgt. Folglich wurde während der Taganalyse weniger Filmmaterial analysiert. Man kann also bei den Resultaten der Taganalyse nur von Tendenzen und nicht von absoluten Resultaten sprechen.

## 6 Schlussfolgerung und Perspektiven

### 6.1 Beurteilung der Resultate

Die Kenntnisse, die durch dieses Pilotprojekt gewonnen wurden, stellen einen wichtigen Schritt zum Verständnis des Verhaltens der Wölfe gegenüber Zäunen dar. Da die Versuche aber nur mit zwei Wolfsrudeln durchgeführt wurden, dürfen die Resultate nicht verallgemeinert werden. Ausserdem erwies sich die Individualanalyse als schwierig. Um die Resultate zu bestätigen, wäre es deshalb nötig, denselben Versuch an weiteren Rudeln durchzuführen. Dies könnte auch aufzeigen, wie unterschiedlich sich Wolfsrudel oder einzelne Wölfe verhalten, was eine wesentliche Rolle im Management der Wölfe spielen kann. Ausserdem muss beachtet werden, dass diese Resultate zum jetzigen Zeitpunkt nicht auf das Verhalten von freilebenden Wölfen übertragen werden können.

Wir konnten aber zeigen, dass einige Wölfe fähig sind, Schwachstellen im Zaun zu nutzen. Ausserdem wurde gezeigt, dass, wenn ein Wolf einen Zaun passiert, das Interesse der übrigen Wölfe für diesen Wolf (und für den Zaun) deutlich steigt, eine unmittelbare Nachahmung fand jedoch nicht statt.

### 6.2 Methoden

Die Wahl des Materials, die Erarbeitung des Versuchsprotokolls und die statistische Analyse haben gezeigt, dass diese Versuche betreffend Kosten, personellem Arbeitsaufwand und Daten-Qualität noch verbesserungsfähig sind. Vor allem die Daten der Taganalyse und die Vergleichbarkeit zwischen Tag- und Nachtanalyse sind noch ausbaufähig. Ziel ist es, die Methodik für weitere Versuche zu verbessern, damit das Wissen vertieft werden kann. Um diesen Plan zu realisieren, ist es wichtig, erneut Träger und eine Finanzierung für ein Folgeprojekt zu finden.

Es stellen sich folgende Fragen:

- Wie kann man die Versuche und die Methodik besser standardisieren?
- Soll in einem Folgeprojekt nochmals mit Gehege-Wölfen gearbeitet werden?
- Wie würde sich das Verhalten der Wölfe verändern, wenn sie sechs bis acht Tage hungern müssten?
- Wäre es sinnvoll, den Versuchsaufbau mehr auf „Fehler“ im Zaun auszurichten um herauszufinden, wie schnell die Wölfe diese entdecken und wie sie sie nutzen um den Zaun zu passieren?
- Wären ähnliche Versuche mit freilebenden Wölfen möglich? Mit welchen Schwierigkeiten müsste man rechnen?
- Wie könnte man die einzelnen Wolfsindividuen besser erkennen?
- Wie könnten Kosten und Arbeitsaufwand im Feld gesenkt/ optimiert werden?
- Welche Analysemethode und welche Analyseprogramme können verwendet werden, um mit zumutbarem Aufwand exakte Resultate zu erhalten?
- Welches wären die Möglichkeiten, Chancen und Schwierigkeiten, wenn man in einem Folgeprojekt mit mehr ausländischen Partnern zusammen arbeiten würde?



### 6.3 Weitere Forschungsfragen

Einige Fragen konnten im Rahmen dieses Pilotprojekts nicht im Detail untersucht werden. Dennoch sind sie für das Verständnis des Verhaltens der Wölfe gegenüber Zäunen essentiell:

- Welche Rolle spielt das soziale Lernen bei den Wölfen? Lernen sie, wie sie den Zaun überwinden können, indem sie ein Rudelmitglied dabei beobachten? Führt das Passieren des Zaunes eines Wolfes dazu, dass die Motivation den Zaun zu überwinden beim Rest des Rudels deutlich ansteigt? Würden nach einer gewissen Zeit alle Rudelmitglieder den Zaun überwinden oder gibt es Wölfe, die den Zaun nie passieren?
- Nachdem die Wölfe es geschafft haben, unter der 35 Zentimeter hohen Litze durchzukriechen, würden sie es in einem folgenden Versuch mit einem Abstand von 25 Zentimeter ebenfalls versuchen?
- Wie würden sich die Wölfe gegenüber Löchern im Zaun oder Objekten (Steine, Felsbrocken, Baumstämme usw.) xxx direkt neben dem Zaun verhalten? Was würden sie tun, wenn direkt neben dem elektrifizierten Zaun ein Zaun ohne Strom stehen würde?

## 7 Danksagung

Unser Dank gilt an allen Partnern und Trägern des Projektes, die uns in unterschiedlichster Weise unterstützt haben, insbesondere:

- Antoine Rezer, der uns beim Filmen der Wölfe unterstützt hat
- allen Tierpflegerinnen und -pflegern des Tierparks Sainte-Croix für ihre Hilfe und Geduld beim Aufbauen des Versuchsmaterials in den Gehegen
- Christian Müller und Christina Steiner von CHWolf, sowie dem Praktikanten/der Praktikantin der FVA, Lukas Ende und Theresa Hegemann, die uns während mehreren Versuchen geholfen haben, die Wölfe zu beobachten
- KORA, die uns freundlicherweise ihre Fotofallen zur Verfügung stellten

## 8 Partner und Träger des Projekts

- **AGRIDEA**, Eschikon 28, CH-8315 Lindau  
**Daniel Mettler**, Gruppenchef (Ländliche Entwicklung), nationale Koordination des Herdenschutzes, Kontakt: [daniel.mettler@gridea.ch](mailto:daniel.mettler@gridea.ch)  
**Riccarda Lüthi, Daniela Hilfiker**, Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen, nationale Koordination des Herdenschutzes und der Schafhirtenausbildung, Kontakt: [riccarda.luethi@gridea.ch](mailto:riccarda.luethi@gridea.ch)
- Internetseite: <http://www.herdenschutzschweiz.ch>.
- **Tierpark Sainte-Croix**, FR-57810 Rhodes  
**Christophe Parrenin**, Direktor „Tierpark Sainte-Croix“  
**Jan Vermeer**, Chef der Tierpflegerinnen und -pfleger des „Tierpark Sainte-Croix“  
**Michael Herdtfelder**, „Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg“  
**Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg FVA, Wonnhaldestr 4, Freiburg, DE.**  
**Jean-Marc Landry, IPRA**, Institut pour la Promotion et la Recherche sur les Animaux de protection des troupeaux, Plaine Fin 8, CH-2606 Courgémont (Sitz des Instituts) – Kontakt: [canis.ovis@gmail.com](mailto:canis.ovis@gmail.com)  
Internetseite: <http://www.ipra-landry.com/>

### Träger des Projekts (Spendenorganisationen, öffentliche Einrichtungen):

- NGOs der Schweiz: CH-Wolf, GruppeWolfSchweiz, WWF; Kanton Waadt

