

Wirksamkeit von Herdenschutzmassnahmen und Wolfsabschüssen unter Berücksichtigung räumlicher und biologischer Faktoren

Bericht in Zusammenarbeit mit AGRIDEA



KORA Bericht Nr. 105

Wirksamkeit von Herdenschutzmassnahmen und Wolfsabschüssen unter Berücksichtigung räumlicher und biologischer Faktoren

Autoren
Auteurs
Authors

Kristina Vogt, Daniela Derron-Hilfiker, Florin Kunz, Loan Zumbach, Simone Reinhart, Ralph Manz, Daniel Mettler

Bearbeitung
Adaptation
Editorial

Kristina Vogt & Daniela Derron-Hilfiker

Bezugsquelle
Source
Source

Als PDF: <http://www.kora.ch>

KORA
Thunstr. 31
CH-3074 Muri
+41 (0)31 951 70 40
info@kora.ch

Titelbild
Page de titre
Front cover picture

© AGRIDEA. Ein Herdenschutzhund bewacht eine Herde Schwarznasenschafe.

Vorgeschlagene Zitierung/Citation proposée/Suggested citation: Vogt K., Derron-Hilfiker D., Kunz F., Zumbach L., Reinhart S., Manz R. & Mettler D. 2022. Wirksamkeit von Herdenschutzmassnahmen und Wolfsabschüssen unter Berücksichtigung räumlicher und biologischer Faktoren. Bericht in Zusammenarbeit mit AGRIDEA. KORA Bericht Nr. 105. KORA, Muri bei Bern, Schweiz. 43 pp

Anzahl Seiten/Pages/Pages: 43

ISSN 1422-5123

© KORA Januar 2022

Wirksamkeit von Herdenschutzmassnahmen und Wolfsabschüssen unter Berücksichtigung räumlicher und biologischer Faktoren

Bericht in Zusammenarbeit mit AGRIDEA

Kristina Vogt, Daniela Derron-Hilfiker, Florin
Kunz, Loan Zumbach, Simone Reinhart, Ralph
Manz, Daniel Mettler

Danksagung

Wir danken allen ganz herzlich, die uns bei der Durchführung unserer Studie in irgendeiner Form unterstützt haben. Besonders danken wir:

- allen Verantwortlichen der kantonalen Jagdinspektorate und kantonalen Landwirtschaftsämter der Kantone BE, FR, GL, GR, LU, NW, OW, SG, SZ, UR und VS sowie dem Bundesamt für Landwirtschaft und dem Bundesamt für Umwelt für die zur Verfügungstellung von Daten und für die professionelle Unterstützung.
- Den GIS-Verantwortlichen der beteiligten kantonalen Ämter für die zur Verfügungstellung von räumlichen Daten.
- Allen kantonalen Jagdverwaltungen, WildhüterInnen, sowie privaten MelderInnen für das Zusenden von Wolfsnachweisen, genetischen Proben und Daten zu den gerissenen Nutztieren im Rahmen des nationalen Wolfsmonitorings.
- François Meyer für das Bereitstellen der Daten zu den Herdenschutzhunden des Bundesprogramms und für die Übersetzung der Zusammenfassung auf Französisch.
- Fränzi Korner von Oikostat für die statistische Beratung.
- Valentin Portmann für das Zuordnen von Rissen zu individuellen genetischen Nachweisen von Wölfen.
- Dem Bundesamt für Umwelt für die finanzielle Unterstützung dieses Projekts.

Inhalt

Zusammenfassung	6
Résumé.....	7
Einleitung	9
Kapitel 1: Häufigkeit und Verteilung der Schäden.....	12
1.1 Datengrundlage & Methoden	12
1.2 Resultate	14
1.3 Diskussion	15
Kapitel 2: Wirksamkeit von Herdenschutzmassnahmen und Einfluss von Umweltfaktoren.....	17
2.1 Datengrundlage & Methoden	18
2.2 Resultate	20
2.3 Diskussion	27
Kapitel 3: Wirksamkeit von Abschüssen schadenstiftender Wölfe	30
3.1. Datengrundlage & Methoden	30
3.2. Resultate	32
3.3. Diskussion	33
Fazit.....	35
Referenzen	37
Anhang.....	42

Zusammenfassung

Einleitung – Mit zunehmender Ausbreitung ihres Verbreitungsgebiets stossen Wölfe heute in Gebiete vor, in denen sich Weidepraktiken durchgesetzt haben, die in der Abwesenheit von Grossraubtieren entstanden sind. Durch diese Ausbreitung in die Fläche mehrt sich die Anzahl direkt Betroffener und die Konflikte – vor allem wegen Schäden an Kleinvieh – nehmen zu. Gemäss Konzept Wolf Schweiz soll ein Zusammenleben von Wolf und Mensch ohne unzumutbare Einschränkungen in der Nutztierhaltung möglich sein. Zur Verminderung der Konflikte werden in der Schweiz und in anderen Ländern Europas verschiedene letale (Abschüsse) und nicht-letale Massnahmen (Herdenschutz) ergriffen. Die Effizienz letaler Massnahmen ist in Europa umstritten und die Datenlage häufig unzureichend. Auch zur Effizienz von Herdenschutzmassnahmen gibt es eher wenige robuste Studien. Am besten bewährt sich offenbar der Einsatz von korrekt installierten Elektrozäunen. Der Einsatz von Herdenschutzhunden gilt ebenfalls als effizient, jedoch ist hier die Varianz in der Wirksamkeit grösser. Auch in einigen Fallstudien aus der Schweiz haben sich diese beiden Massnahmen als wirksam erwiesen, eine schweizweite Betrachtung fehlte allerdings bisher.

Datengrundlage – Wir analysierten die im Rahmen des nationalen Wolfsmonitorings gesammelten Daten zu den gerissenen Nutztieren, den genetischen Nachweisen von Wölfen sowie den erteilten Abschussbewilligungen von 2004–2019. Diese Angaben wurden mit den Perimetern der Kleinvieh-Sommerungsgebiete der Kantone BE, FR, GL, GR, LU, NW, OW, SG, SZ, UR und VS räumlich und zeitlich überlappt. Jedem Sommerungsgebiet wurden ausserdem für jedes Jahr Daten zum Herdenschutz, zur Schafsommerung, zum Sozialstatus der anwesenden Wölfe, zum Angebot an wilden Huftieren und zum Gelände zugeordnet. Dabei wurden uns verschiedene Angaben nicht von allen Kantonen und für alle Jahre zur Verfügung gestellt, was die Analysen erschwerte.

Verteilung der Schäden – In den meisten Kleinvieh-Sommerungsgebieten im Wolfsgebiet entstanden auch während Jahren mit Wolfspräsenz keine Schäden an Nutztieren. Nur wenige Sommerungsgebiete waren in einem oder mehreren Jahren stark betroffen («Hotspot-Weiden»). Gewisse Wolfsindividuen rissen mehr Nutztiere als andere, rund die Hälfte der Einzelwölfe verursachte keine bis wenige Schäden in den Sommerungsgebieten.

Welche Faktoren bestimmen das Auftreten von Übergriffen auf Nutztiere – Die Resultate der berechneten «generalized linear mixed models» zeigen, dass es auf grossen Alpen in zerklüftetem Gelände und dort, wo viele Schafe über längere Zeit gesömmert wurden, am ehesten zu Schäden kam. Ausserdem waren Übergriffe auf Nutztiere in den Gebieten mit transienten Einzelwölfen wahrscheinlicher als in Gebieten mit residenten Einzelwölfen. Herdenschutzhunde hatten keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit von Schäden und auch das Weidesystem beeinflusste die Wahrscheinlichkeit von Wolfsübergriffen kaum. Dies lag daran, dass auf einem Grossteil der Sommerungsgebiete trotz Wolfspräsenz nie Schäden an Nutztieren entstanden und es dort auch keinen Grund gab, in Herdenschutzmassnahmen zu investieren.

Haben Herdenschutzmassnahmen einen Einfluss auf das Schadensausmass, wenn es zu Übergriffen auf Nutztiere kommt – Die Resultate der berechneten «generalized linear mixed models» zeigen, dass bei Wolfsangriffen deutlich weniger Nutztiere gerissen wurden, wenn Herdenschutzhunde im Einsatz waren. Schäden konnten jedoch nicht ganz verhindert werden. Herdenschutzhunde waren weniger effizient in sehr zerklüfteten Sommerungsgebieten mit hohem Waldanteil. Die Wirksamkeit von elektrischen Zäunen konnte in unserer Studie nicht untersucht werden. Wenn es zu Schäden kam, war das Schadensausmass bei Wolfsparen höher als bei residenten Einzelwölfen. Die

durchschnittliche Anzahl gerissener Nutztiere pro Sömmerungsgebiet und Jahr unterschied sich aber nicht zwischen Rudeln und Einzelwölfen.

Wirksamkeit von Abschüssen – Wir verglichen die Anzahl gerissener Nutztiere in den Aufenthaltsgebieten von Wölfen mit einer Abschussbewilligung im Ausstellungsjahr der Bewilligung und im Folgejahr. Der Abschuss von schadenstiftenden Einzelwölfen erwies sich als kurz- bis mittelfristig wirksame Massnahme zur Verringerung von Nutztierriessen, da betroffene Gebiete nach Abschüssen längere Zeit wolfsfrei blieben. Um abschätzen zu können, wie wirksam das Entfernen von Jungtieren aus Wolfsrudeln auf die längerfristige Schadensentwicklung ist, wäre eine Wiederholung unserer Analyse in den kommenden Jahren nötig.

Schlussfolgerungen – Unsere Studie konnte zeigen, dass die bisher in der Schweiz angewendeten Management-Massnahmen (Herdenschutzhunde, Abschüsse von schadenstiftenden Einzelwölfen) wirken. Um abschätzen zu können, wie wirksam das Entfernen von Jungtieren aus Wolfsrudeln auf die Schadensentwicklung ist, sollten alle Eingriffe in Wolfsrudel sorgfältig dokumentiert und unsere Analyse in den kommenden Jahren wiederholt werden. Auch zu verschiedenen anderen Fragestellungen besteht noch ein beträchtlicher Forschungsbedarf. Ein Abgleich der landwirtschaftlichen Daten des BLW mit den kantonalen Sömmerungsperimetern sowie eine systematischere Dokumentation des Einsatzes von elektrifizierten Zäunen wären für weitere Studien und für ein verbessertes Monitoring der Sömmerungsgebiete dringend notwendig.

Résumé

Introduction – Par dispersion, l'aire de répartition des loups s'agrandit. Ils pénètrent aujourd'hui dans des zones où des pratiques pastorales développées en l'absence de grands prédateurs se sont imposées. Cette expansion sur le territoire augmente le nombre de personnes directement touchées et par conséquent – surtout en raison des dommages causés au menu bétail – les conflits se multiplient. Selon le « Plan Loup Suisse », la cohabitation entre le loup et l'humain doit être possible sans que la présence du loup n'entrave de manière intolérable l'élevage d'animaux de rente. Pour réduire les conflits, différentes mesures sont prises en Suisse et dans d'autres pays européens. Certaines de ces mesures sont létales (tirs), d'autres pas (protection des troupeaux). L'efficacité des mesures létales est controversée en Europe et les données disponibles sont souvent insuffisantes. De même, les études robustes sur l'efficacité des mesures de protection des troupeaux sont plutôt rares. L'utilisation de clôtures électriques correctement installées semble être la mesure la plus efficace. L'utilisation de chiens de protection des troupeaux est également considérée comme efficace, mais la variance de l'efficacité est plus grande. Ces deux mesures se sont également révélées efficaces dans quelques études de cas réalisées en Suisse, mais aucune étude n'a été réalisée à l'échelle nationale.

Données – Nous avons analysé les données collectées dans le cadre du monitoring national du loup et concernant les animaux de rente tués, les preuves génétiques de la présence de loups ainsi que les autorisations de tir délivrées de 2004 à 2019. Ces données ont été recoupées dans l'espace et le temps avec les périmètres des régions d'estivage du menu bétail des cantons de BE, FR, GL, GR, LU, NW, OW, SG, SZ, UR et VS. Chaque région d'estivage a en outre été associée, pour chaque année, à des données relatives à la protection des troupeaux, à l'estivage des moutons, au statut social des loups présents, à la disponibilité en ongulés sauvages et au terrain. Certaines données n'ont pas été mises à disposition par tous les cantons et pour toutes les années, ce qui a compliqué les analyses.

Répartition des dommages – Dans la plupart des régions d'estivage de menu bétail situées dans une zone à loup, aucun dommage n'a été causé aux animaux de rente, même durant les années où le loup était effectivement présent. Seules certaines régions d'estivage ont été fortement touchées durant une ou plusieurs années (« hotspot »). Certains loups ont tué plus d'animaux de rente que d'autres, mais environ la moitié des loups isolés n'ont causé aucun ou peu de dégâts dans les régions d'estivage.

Quels sont les facteurs qui déterminent l'apparition d'attaques sur les animaux de rente ? – Les résultats des « generalized linear mixed models » calculés montrent que les grands alpages au relief accidenté et les pâturages où de nombreux moutons ont été estivés pendant une longue période sont les plus susceptibles de subir des attaques. De plus, les attaques sur les animaux de rente étaient plus probables dans les régions où des loups isolés étaient présents de manière transitoire par rapport aux régions où des loups isolés étaient présents de manière permanente. Ni l'utilisation de chiens de protection des troupeaux, ni le choix du système de pâturage n'ont eu d'influence sur la probabilité de subir des attaques de loups. Cela s'explique par le fait que, malgré la présence de loup, une grande partie des régions d'estivage n'a jamais subi de dommages aux animaux de rente et qu'il n'y avait aucune raison d'y investir dans des mesures de protection des troupeaux.

Les mesures de protection des troupeaux ont-elles une influence sur l'ampleur des dégâts en cas d'attaque sur des animaux de rente ? – Les résultats des « generalized linear mixed models » calculés montrent que, lors d'attaques de loups, le nombre d'animaux de rente tués est nettement inférieur lorsque des chiens de protection des troupeaux étaient en activité. Les chiens n'empêchent cependant pas tous les dommages. Les chiens de protection des troupeaux étaient moins efficaces dans les régions d'estivage très accidentées et avec une forte proportion de forêts. L'efficacité des clôtures électriques n'a pas pu être analysée dans notre étude. Lorsqu'il y a eu des dommages, l'ampleur des dégâts était plus élevée lorsqu'ils ont été commis par des couples de loups que par des loups solitaires résidents. Le nombre moyen d'animaux de rente tués par région d'estivage et par an ne différait cependant pas entre les meutes et les loups solitaires.

Efficacité des tirs – Nous avons comparé le nombre d'animaux de rente tués dans les régions où vivent des loups pour lesquels une autorisation de tir a été délivrée. Ceci pour l'année durant laquelle l'autorisation de tir a été autorisée ainsi que pour l'année suivante. L'abattage de loups isolés causant des dommages s'est avéré être une mesure efficace à court et moyen terme pour réduire les prédateurs sur les animaux de rente, car les zones concernées sont restées exemptes de loups pendant une période prolongée après le tir. Afin de pouvoir évaluer l'efficacité du prélèvement d'une partie des jeunes d'une meute de loups sur l'évolution des dommages à long terme, il serait nécessaire de répéter notre analyse dans les années à venir.

Conclusions – Notre étude a pu montrer que les mesures de gestion appliquées jusqu'à présent en Suisse (chiens de protection, tirs de loups isolés causant des dommages) sont efficaces. Afin de pouvoir estimer l'efficacité du prélèvement d'une partie des jeunes d'une meute de loups sur l'évolution des dommages, toutes les interventions dans les meutes de loups devraient être soigneusement documentées et notre analyse devrait être répétée dans les années à venir. Il existe également un besoin considérable de recherche sur diverses autres questions. Une comparaison des données agricoles de l'OFAG avec les périmètres d'estivage cantonaux ainsi qu'une documentation plus systématique de l'utilisation de clôtures électrifiées seraient urgentes pour de nouvelles études et pour un meilleur monitoring des régions d'estivage.

Einleitung

Übergriffe von Wölfen auf Nutztiere in Europa

Das Zusammenleben mit Grossraubtieren in der Kulturlandschaft Mitteleuropas stellt Gesellschaft, Landwirtschaft und Naturschutz vor grosse Herausforderungen. Insbesondere Wölfe verursachen vielerorts Schäden an Weidetieren – vor allem dort, wo sie einst ausgerottet wurden und nun nach generationenlanger Abwesenheit wieder zurückkehren (Gervasi et al. 2021a). Diese natürliche Rückkehr wurde möglich durch die Unterschutzstellung des Wolfs und durch die Erholung der Wälder und der wilden Huftierpopulationen (Stiftung KORA 2020). Mit zunehmender Ausbreitung ihres Verbreitungsgebiets stossen Wölfe heute in Gebiete vor, in denen das Wissen über Herdenschutzmassnahmen verloren gegangen ist und sich Weidepraktiken durchgesetzt haben, die in der Abwesenheit von Grossraubtieren entstanden sind. Durch diese Ausbreitung in die Fläche mehrt sich die Anzahl direkt Betroffener und die Konflikte nehmen zu (Gervasi et al. 2021a, Grente et al. 2020).

In Mitteleuropa verursachen Wölfe vor allem Schäden an Kleinvieh (>90% der gerissenen Nutztiere sind Schafe) aber auch Übergriffe auf Rinder oder Pferde kommen in manchen Regionen vor (Mettler 2019). Schäden durch Wölfe und andere Grossraubtiere treten vermehrt dort auf, wo die lokale Verfügbarkeit von frei weidenden Nutztieren gross ist (Janeiro-Otero et al. 2020, Gula 2008). Eine hohe Dichte an wilden Beutetieren kann die Wahrscheinlichkeit von Schäden verringern (Khorozyan et al. 2015, Gula 2008). Das Schadensausmass scheint weniger von der Wolfsdichte, als von anderen Faktoren abzuhängen: in Gebieten mit nur wenigen Wölfen können grosse Schäden entstehen, wenn die Erfahrung mit dem Wolf fehlt, wohingegen das Schadensausmass in Gebieten mit seit langem bestehenden Wolfspopulationen begrenzt sein kann (Gervasi et al. 2021a). In kontinuierlichen Wolfspopulationen sind landwirtschaftliche Betriebe, die von Übergriffen durch Wölfe betroffen sind, nicht gleichmässig verteilt. Es gibt sogenannte „Hotspots“, also Weiden, die wiederholt von Übergriffen durch Wölfe betroffen sind und einen grossen Teil der Schäden zu verzeichnen haben (Gazzola et al. 2008, Gervasi et al. 2021b, Gula 2008). In der Provinz Arezzo in Italien z.B. entstanden zwischen 1998 und 2001 mehr als zwei Drittel aller Schäden auf nur 6% der Betriebe (Gazzola et al. 2008). Auch in einer zweijährigen Studie in Griechenland zeigte sich, dass die meisten Betriebe weniger als 2 Angriffe durch Wölfe erlebten, während nur 6% der Betriebe wiederholte Angriffe erlebten (Iliopoulos et al. 2009). Zu den Faktoren, welche diese ungleichmässige räumliche Verteilung der Schäden erklären könnten, gehören die Grösse des Betriebs, die Lage der Weide im Streifgebiet der Wölfe und das Vorhandensein von Welpen in einem Wolfsrudel (mehr Schäden in den Randgebieten des Streifgebiets bei Reproduktion) sowie die Anwendung von Herdenschutzmassnahmen (Iliopoulos et al. 2009, Gula 2008, Miller et al. 2016, Willisch et al. 2013).

Wirksamkeit von Management-Massnahmen

Übergriffe von Wölfen auf Nutztiere schüren bereits bestehende Konflikte zwischen verschiedenen Interessensgruppen (z.B. LandwirtInnen, NaturschützerInnen, JägerInnen) und vertiefen den ideologischen Graben zwischen der mehrheitlich pro-Wolf eingestellten Stadt- und der eher wolfskritischen, direkt betroffenen Landbevölkerung (Caluori & Hunziker 2001, Behr et al. 2017, Frank & Sjöström 2007). In den europäischen Ländern hat sich unterdessen die Einstellung durchgesetzt, dass ein langfristiges Zusammenleben mit Wölfen nur mit einem Wolfsmanagement

möglich ist, das auf die Verminderung solcher Konflikte abzielt (Stiftung KORA 2020). Je nachdem, welchen Schutzstatus der Wolf in einem Land genießt, kommen verschiedene letale (z.B. Abschüsse) oder nicht-letale Massnahmen (z.B. Herdenschutz) zur Anwendung (Trouwborst et al. 2019). Innerhalb der Europäischen Union werden Artenschutzprojekte zu Gunsten von Grossraubtieren, welche die Umsetzung von nicht-letalen Massnahmen promoten, besonders unterstützt (z.B. durch das EU LIFE Programm, <https://eu-life.eu>). Das Ziel ist eine Förderung der Akzeptanz von Grossraubtieren in der Gesellschaft und insbesondere bei den betroffenen Interessensgruppen. Studien über die Wirksamkeit von letalen und nicht-letalen Massnahmen zur Erreichung dieses Ziels sind jedoch erstaunlich rar und erfüllen meist nicht die erforderlichen wissenschaftlichen Standards um zuverlässige Aussagen machen zu können. Am häufigsten werden für die Evaluation von Herdenschutzmassnahmen „Vorher-Nachher“-Analysen herangezogen, eine randomisierte, experimentelle Untersuchung der Wirksamkeit mit Kontrollgruppen fehlt weitgehend (Reviews in Treves et al. 2016, Miller et al. 2016, Oliveira et al. 2021). Insbesondere die Wirksamkeit einer generellen nachhaltigen Bejagung von Wolfspopulationen (im Gegensatz zur gezielten Entfernung von schadensstiftenden Einzelwölfen) ist umstritten (Krofel et al. 2011, Treves et al. 2019). Ein weitaus grösserer Konsens und eine etwas bessere Datenlage bestehen bei der Wirksamkeit von Herdenschutzmassnahmen, obwohl sich in unterschiedlichen Studien bei der Effizienz der einzelnen Massnahmen eine recht grosse Varianz zeigt (Bruns et al. 2020, Miller et al. 2016, Oliveira et al. 2021). Am besten bewährt sich weltweit offenbar der Einsatz von korrekt installierten Elektrozäunen (58-100% weniger Schäden, >75% in den meisten Fallstudien; Bruns et al. 2020, Espuno et al. 2004, Miller et al. 2016, Oliveira et al. 2021). Der Einsatz von Herdenschutzhunden gilt ebenfalls als effizient, jedoch ist hier die Varianz in der Wirksamkeit viel grösser (3-100% weniger Schäden, <80% in den meisten Fallstudien) und scheint von zusätzlichen Faktoren wie der Ausbildung und der Anzahl der eingesetzten Hunde oder dem gleichzeitigen Einsatz von Nachtpferchen abzuhängen (Bruns et al. 2020, Espuno et al. 2004, Miller et al. 2016, Oliveira et al. 2021).

Wolfsmanagement in der Schweiz

In der Schweiz dienen das Konzept Wolf Schweiz (BAFU 2016) und die Vollzugshilfe Herdenschutz (BAFU 2019) den Kantonen als Richtlinien für das Wolfsmanagement nach den Vorgaben des eidgenössischen Jagdgesetzes (JSG; SR 922.0). Gemäss Konzept Wolf Schweiz soll ein Zusammenleben von Wolf und Mensch ohne unzumutbare Einschränkungen in der Nutztierhaltung möglich sein. Das Schweizer Wolfsmanagement setzt dabei auf die drei Pfeiler a) Prävention von Schäden durch Herdenschutzmassnahmen, b) Vergütung von gerissenen Nutztieren und c) Abschüsse von schadensstiftenden Einzelwölfen, bzw. Regulation schadensstiftender Wolfsrudel. Der Bund subventioniert bei den Herdenschutzmassnahmen den Einsatz von Herdenschutzhunden der Rassen Maremmano Abbruzzese und Montagne des Pyrénées, sowie das Material für die Verstärkung von elektrischen Zäunen oder das Einrichten von Nachtpferchen. Andere Abwehrmassnahmen, z.B. der Einsatz von Lamas oder akustischen Vergrämungsmassnahmen, werden vom Bund nicht subventioniert. Zusätzliche finanzielle Anreize für geführte Weidesysteme werden via die Direktzahlungsverordnung (DZV; SR 910.13) geboten. Die höchsten Beiträge werden dabei für Weiden mit ständiger Behirtung und für Umtriebsweiden mit Herdenschutzhunden gesprochen. Gerissene Nutztiere werden von Bund und Kantonen unter Vorweisen des Kadavers vergütet, unabhängig davon, ob der betreffende Nutztierhalter Herdenschutzmassnahmen ergriffen hat oder nicht. Allerdings zählen gerissene Nutztiere nur dann für das für eine Abschussbewilligung notwendige Schadenskontingent, wenn alle zumutbaren Herdenschutzmassnahmen ergriffen

worden sind. Nach der Revision der eidgenössischen Jagdverordnung (JSV; SR 922.01) vom Sommer 2021 können schadensstiftende Einzelwölfe legal geschossen werden, wenn sie mindestens 25 Nutztiere innerhalb von vier Monaten oder mindestens 15 Nutztiere innerhalb von einem Monat getötet haben. Wenn in früheren Jahren bereits Schäden durch Wölfe zu verzeichnen waren, reduziert sich die Anzahl gerissener Nutztiere in einem Gebiet auf 10. Eine Regulierung von Wolfsrudeln bei Schäden an Nutztierbeständen ist zulässig, wenn im Streifgebiet eines Wolfsrudels, das sich erfolgreich fortgepflanzt hat, innerhalb von vier Monaten mindestens 10 Nutztiere getötet worden sind. Es darf dabei nur eine bestimmte Anzahl Jungtiere entnommen werden, die Elterntiere sind zu schonen. Wolfsabschüsse werden durch die staatlichen Wildhüter vorgenommen und wurden in der Vergangenheit mehrfach erfolgreich ausgeführt (Stiftung KORA 2020).

Evaluation von Massnahmen des Schweizer Wolfsmanagements

In einzelne Fallstudien ist die Wirksamkeit von Herdenschutzmassnahmen in verschiedenen Regionen der Schweiz bereits untersucht worden (Willisch et al. 2013, Hansen 2018, Marconi 2018). Die Resultate dieser Fallstudien zeigen, dass es auf Alpen mit Herdenschutzmassnahmen signifikant weniger häufig zu Schäden kommt. Ganz ausschliessen liessen sich Rissereignisse trotz Herdenschutz aber nicht, wobei es häufig dann zu Rissereignissen kam, wenn der Herdenschutz nicht optimal umgesetzt werden konnte (z.B. einzelne Schafe ausserhalb Umzäunung, unerfahrene Herdenschutzhunde). So entstanden beispielsweise im Kanton Wallis im Jahr 2019 87% und im Jahr 2020 78% der Schäden an Nutztieren in sogenannt „ungeschützten Situationen“, also auf Alpen ohne Herdenschutz oder dort, wo Massnahmen vorhanden waren aber nicht angemessen umgesetzt werden konnten (DJFW 2019, 2020). Aus den Schweizer Fallstudien wurde geschlossen, dass Herdenschutzhunde die Wahrscheinlichkeit von Übergriffen durch Wölfe und die Anzahl gerissener Nutztiere bei Wolfsangriffen reduzieren können. Dies wurde jedoch noch nicht quantitativ untersucht. Eine Analyse der Auswirkung von Wolfsabschüssen auf die Häufigkeit von Schäden an Nutztieren wurde in der Schweiz bisher noch nie vorgenommen.

Im Projekt „Wirksamkeit von Herdenschutzmassnahmen und Wolfsabschüssen unter Berücksichtigung räumlicher und biologischer Faktoren“ sollte untersucht werden, welchen Einfluss Management-Massnahmen wie Herdenschutz und Abschüsse schadensstiftender Wölfe auf die Anzahl gerissener Nutztiere in der gesamten Schweiz haben. Dabei wurden auch die lokale Wolfspräsenz, die soziale Organisation der Wölfe (Rudel, Paar, residerter/transienter Einzelwolf), die Nahrungsverfügbarkeit (Wild- und Nutztiere) sowie Umweltfaktoren (Vegetation, Geländestruktur) berücksichtigt. Die Resultate sollen dem Bund und den Kantonen dazu dienen, Management-Massnahmen situativ effizienter anzuwenden und deren Wirksamkeit zu evaluieren.

Kapitel 1: Häufigkeit und Verteilung der Schäden

1.1 Datengrundlage & Methoden

Als Datengrundlage dienten alle durch die Kantone erhobenen und von KORA im Rahmen des nationalen Wolfsmonitorings gesammelten Daten zu den gerissenen Nutztieren und den genetischen Nachweisen von Wölfen von 2004–2019 (<https://www.koracenter.ch>). Zudem stellten folgende Kantone die Perimeter der Kleinvieh-Sommerungsgebiete (reine Schafalpen und gemischte Alpen mit Schafen) als GIS-Files zur Verfügung: BE, FR, GL, GR, LU, NW, OW, SG, SZ und UR (Abb. 1.1). Kantone ohne oder mit nur sporadischer Wolfspräsenz wurden für die Analyse nicht berücksichtigt, die Kantone VD und TI stellten die Perimeter der Sommerungsgebiete nicht zur Verfügung. Auch der Kanton VS stellte die räumlichen Daten nicht zur Verfügung, dafür konnten in diesem Fall die Alpperimeter der Schafalpplanung des Kanton Wallis (Mettler et al. 2014) verwendet werden.

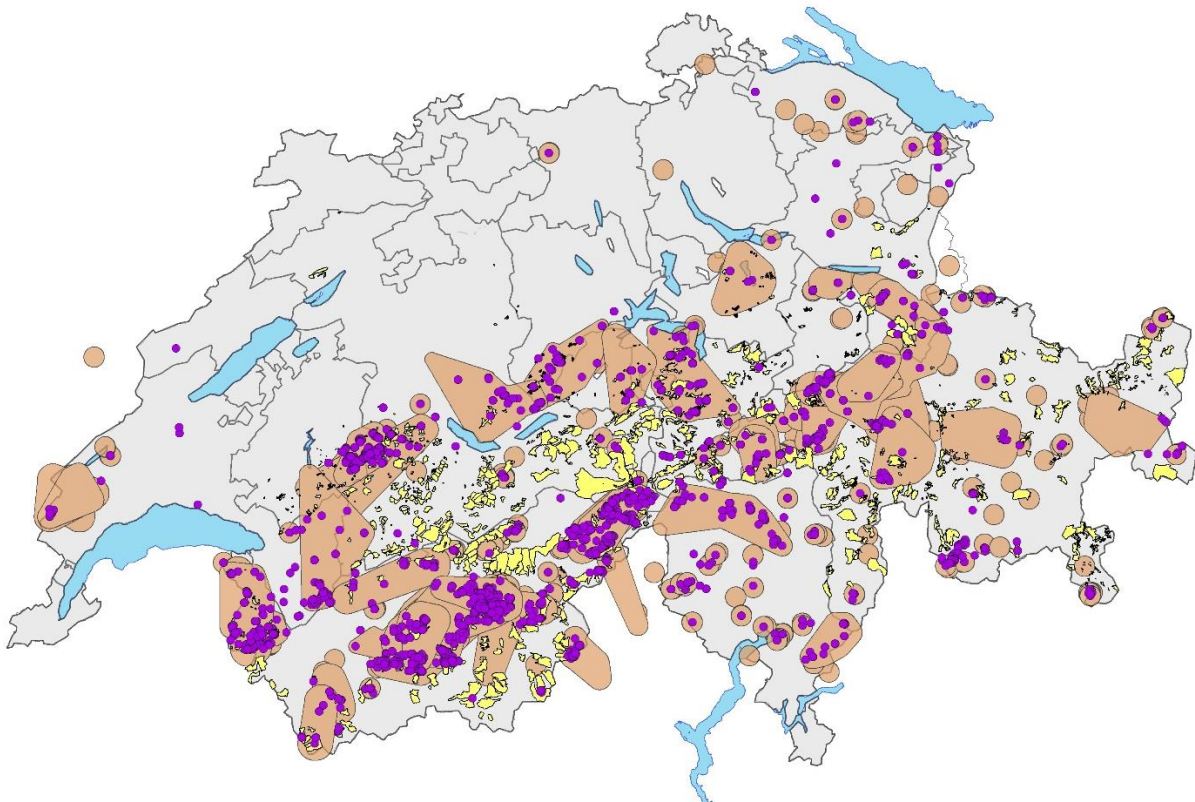


Abb. 1.1. Räumliche Verteilung der Schäden an Nutztieren (violette Punkte), Perimeter der Sommerungsgebiete (gelbe Polygone) und der Aufenthaltsgebiete der genetisch identifizierten Wolfsindividuen (residente Einzelwölfe, Paare oder Rudel=orange Polygone, transiente Wölfe=orange Kreise) von 2004–2019.

Potentielle Aufenthaltsgebiete der Wölfe – Für unsere Studie lagen keine Daten sendermarkierter Wölfe vor, sodass die realen Ausdehnungen der Streifgebiete der Wölfe unbekannt waren. Wir definierten daher das potentielle Aufenthaltsgebiet eines Wolfsindividuums als das Gebiet, in dem sich der Wolf mit grösster Wahrscheinlichkeit aufhielt. Dies entsprach den vermuteten Streifgebieten

bei residenten Wölfen, bzw. den Zonen mit einer hohen Aufenthaltswahrscheinlichkeit bei transienten Wölfen. Laut dem Konzept Wolf Schweiz gelten Wölfe als resident, wenn sie sich mindestens während 12 Monaten im gleichen Gebiet aufhalten (BAFU 2016). Da für unsere Analyse insbesondere die Sömmerungsperiode relevant war, definierten wir einen Wolf auch als resident, wenn er sich während mindestens einer Sömmerungsperiode (Juni–Oktober) im selben Gebiet aufhielt. Wölfe, die sich weniger als eine Sömmerungsperiode lang im selben Gebiet aufhielten, wurden als transient definiert. Ferner wurden Einzelwölfe, Paare und Rudel unterschieden. Paare wurden als mindestens zwei Wölfe unterschiedlichen Geschlechts, Rudel als mindestens drei Wölfe beider Geschlechter definiert, welche sich während mindestens einer Sömmerungsperiode zusammen im selben Gebiet aufhielten.

Um die potentiellen Aufenthaltsgebiete von residenten Einzelwölfen zu definieren, berechneten wir zuerst ein Minimum Convex Polygon (MCP) um alle Individualnachweise (genetische Nachweise und zugeordnete gerissene Nutztiere) eines Individuums. Gerissene Nutztiere wurden einem Wolf zugeordnet, wenn in einem zeitlichen Abstand von ≤ 3 Tagen und in einem räumlichen Abstand von ≤ 2 km vom jeweiligen Riss ein Wolf individuell nachgewiesen werden konnte. Bei einem Übergriff durch Wölfe werden nicht an allen gerissenen Schafen auch genetische Proben entnommen und nicht jede genetische Probe erlaubt eine erfolgreiche Identifikation des Wolfsindividuums. Auch werden häufig nicht alle toten Schafe am selben Tag gefunden. Der verwendete räumlich-zeitliche Puffer erlaubte es uns, gerissene Nutztiere ohne genetischen Nachweis mit grösstmöglicher Sicherheit dem Wolf zuzuordnen, der aufgrund eines genetischen Nachweises für den Angriff verantwortlich gemacht werden konnte. In Abhängigkeit von der Anzahl vorhandener Nachweise, der Grösse des MCPs und vorhandener Barrieren (z.B. hohe Bergrücken, dicht besiedelte Talsohlen) wurde anschliessend für jedes Individuum ein unterschiedlich grosser Puffer (Radius 2–5 km) um das MCP gelegt. So erhielten wir potentielle Aufenthaltsgebiete, welche den durchschnittlichen Streifgebietsgrössen von Wölfen in Mitteleuropa entsprechen (200–400 km², Marucco & McIntire 2010) und das Gebiet umschreiben, in dem dasselbe Wolfsindividuum mit hoher Wahrscheinlichkeit präsent war. Bei Paaren und Rudeln wurde das MCP anhand der Individualnachweise aller Mitglieder der sozialen Einheit berechnet (Abb. 1.1).

Die potentiellen Aufenthaltsgebiete von transienten Einzelwölfen wurden mit Hilfe eines Puffers mit 3 km Radius um jeden Individualnachweis (genetische Nachweise und zugeordnete gerissene Nutztiere) desselben Individuums festgelegt. Dieser Radius umschreibt das Gebiet, in welchem der transiente Wolf zum Zeitpunkt des Nachweises mit einer hohen Wahrscheinlichkeit präsent war. Unbekannte Wölfe, bei denen der genetische Nachweis Wolf ergab, aber das Individuum nicht bestimmt werden konnte, wurden von der Analyse ausgeschlossen.

Potentielle Wolfspräsenz im Sömmerungsgebiet – Für alle nachfolgenden Analysen in diesem Bericht berücksichtigten wir nur die Alpperimeter, welche sich mit den Polygonen der potentiellen Aufenthaltsgebiete der Wölfe räumlich überlappten. Ausserdem wurden nur die Jahre berücksichtigt, in denen auch eine zeitliche Überlappung gegeben war. Für jedes potentielle Aufenthaltsgebiet eines residenten Einzelwolfs, Paares oder Rudels wurde das Datum des ersten, bzw. letzten Nachweises als Anfangs- und Enddatum der Präsenz festgelegt. Bei transienten Wölfen galt das Datum jedes einzelnen Nachweises. Ein Wolf galt auf einer Alp in einem bestimmten Jahr als potentiell präsent, wenn sich sein Aufenthaltsgebiet mit dem Alpperimeter räumlich überlappte und sich ausserdem das Zeitintervall seiner Präsenz (residente) oder das Nachweisdatum (transiente) mit dem Intervall 15.05. – 15.11. desselben Jahres überschneidet.

Zuordnung der Schäden zum Sömmerungsgebiet – Gerissene Nutztiere (grösstenteils Schafe) wurden einem Sömmerungsgebiet räumlich zugeordnet, wenn sie sich innerhalb des Perimeters oder in einer Distanz von bis zu 100m zur Perimetergrenze befanden. Gerissene Nutztiere, welche weiter als 100m von der Perimetergrenze entfernt lagen, wurden nicht berücksichtigt, um Unklarheiten bei der Zuordnung oder doppelte Zuordnungen zu benachbarten Sömmerungsgebieten zu vermeiden. Schäden auf Alpen, die keinem Aufenthaltsgebiet eines genetisch identifizierten Wolfs zugeordnet werden konnten, wurden ebenfalls nicht berücksichtigt.

Alle Analysen wurden in den Programmen ArcGIS und R (Version 4.0.2) durchgeführt.

1.2 Resultate

In den meisten Sömmerungsgebieten mit potentieller Wolfspräsenz gab es nie Schäden an Nutztieren (68% der Alpen, N=360). Sömmerungsgebiete mit hohen Schäden in einzelnen oder mehreren Jahren kamen vor, bildeten jedoch die Ausnahme (Abb. 1.2).

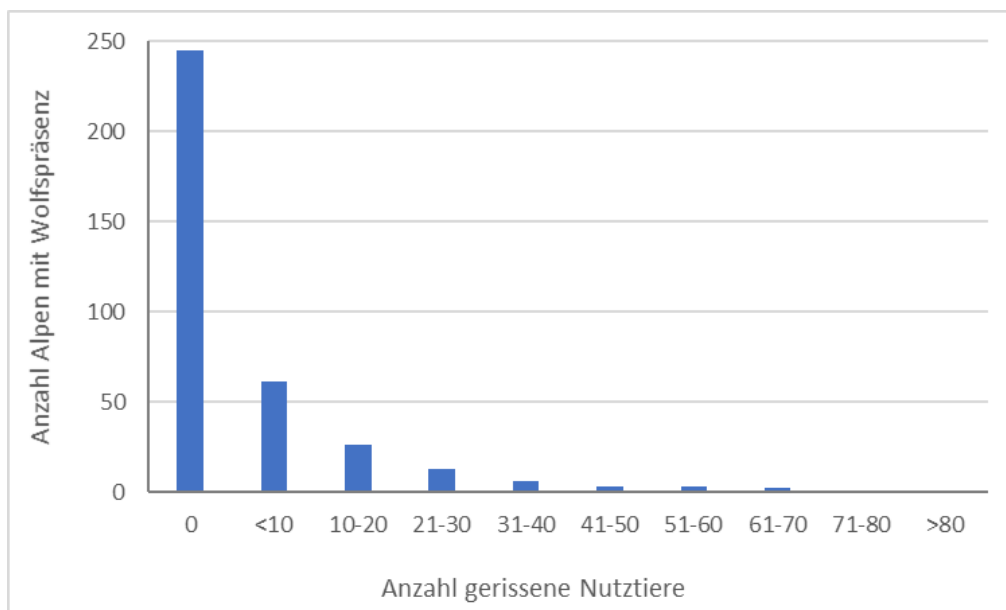


Abb. 1.2. Sömmerungsgebiete mit potentieller Wolfspräsenz (N=360) aufgeteilt in verschiedene Schadenskategorien. Die Anzahl gerissene Nutztiere stellt das Total aller Schäden auf einer Alp in allen Jahren mit Wolfspräsenz dar.

54% der in der Schweiz genetisch identifizierten Einzelwölfe (N=67) rissen während ihrer gesamten Aufenthaltszeit in der Schweiz keine oder weniger als 10 Nutztiere in den Sömmerungsgebieten. 19% der Einzelwölfe rissen mehr als 30 Nutztiere. Bei den Paaren und Rudeln rissen nur 9% während ihrer gesamten Aufenthaltszeit in der Schweiz weniger als 10 Nutztiere in den Sömmerungsgebieten, 73% der Paare und Rudel rissen mehr als 30 Nutztiere (Abb. 1.3). Für diese Analyse wurde das Total der gerissenen Nutztiere pro Wolf bzw. Paar/Rudel bis Ende 2019 berücksichtigt. Schäden auf Heim- und Vorweiden und Risse in den Überlappungsgebieten von mehreren Wölfen wurden nicht mitgerechnet.

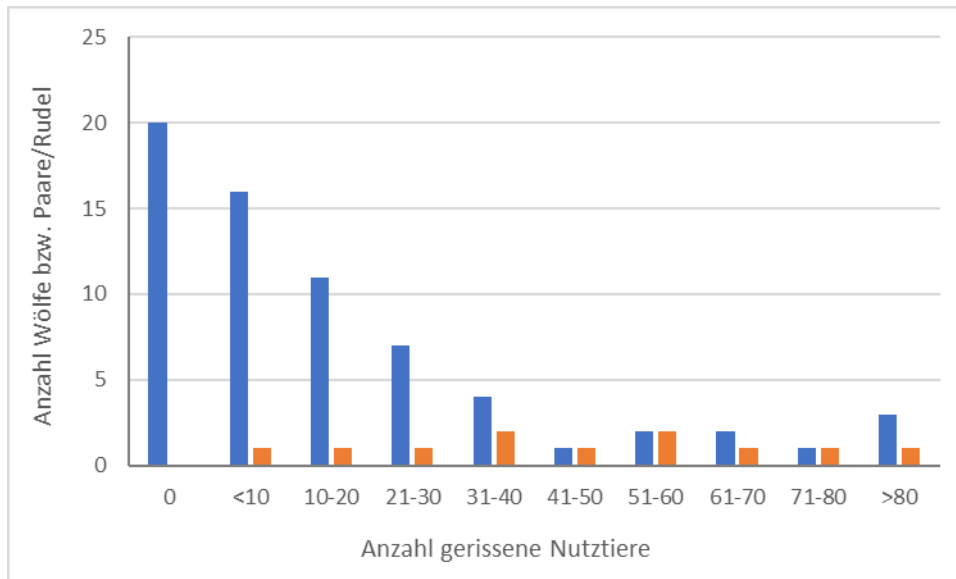


Abb. 1.3. Genetisch identifizierte Einzelwölfe (blaue Balken, N=67) bzw. Paare/Rudel (orange Balken, N=11) aufgeteilt in verschiedene Schadenskategorien. Die Anzahl gerissene Nutztiere stellt das Total aller Schäden in den Sömmerungsgebieten innerhalb des potentiellen Aufenthaltsgebiets eines Individuums/Paars/Rudels während der gesamten Aufenthaltsdauer in der Schweiz dar. Gerissene Nutztiere, die in der Überlappungszone von Aufenthaltsgebieten verschiedener Wölfe lagen, wurden hier nicht berücksichtigt.

1.3 Diskussion

In den meisten Kleinvieh-Sömmerungsgebieten (Schaf- und gemischte Alpen) im Wolfsgebiet entstanden auch während Jahren mit nachgewiesener Wolfspräsenz keine Schäden an Nutztieren. Nur wenige Betriebe waren in einem oder mehreren Jahren stark betroffen. In einem Grossteil der Sömmerungsgebiete wurden also entweder erfolgreich Herdenschutzmassnahmen umgesetzt oder es war trotz Wolfspräsenz nicht nötig, Massnahmen zu ergreifen. Unsere Studie bestätigte die Erkenntnisse aus anderen Ländern Europas, dass sich ein Grossteil der Schäden an Nutztieren auf sogenannte «Hotspot-Weiden» konzentriert (Gazzola et al. 2008, Gervasi et al 2021b, Gula 2008). Solche «Hotspots» können Gebiete sein, in denen es über die Jahre immer wieder zu Schäden kommt. Es existieren aber auch vorübergehende «Hotspots», das heisst Weiden, die nur vorübergehend aussergewöhnlich stark betroffen sind (Grente et al. 2020). Als Gründe für die Entstehung solcher Hotspots werden z.B. die Lage der betroffenen Weiden im Streifgebiet der Wölfe oder Geländeeigenschaften genannt (Amirkhiz et al. 2018, Grente et al. 2020). Die Rolle des Herdenschutzes sowie weitere möglichen Gründe für die ungleichmässige Verteilung der Schäden in der Schweiz untersuchen wir in Kapitel 2 unseres Berichts.

Rund die Hälfte der in der Schweiz genetisch nachgewiesenen Einzelwölfe verursachte im Laufe ihrer gesamten Aufenthaltszeit in der Schweiz keine oder nur wenige Schäden an Nutztieren in den Sömmerungsgebieten, wohingegen 19% der Einzelwölfe mehr als 30 Nutztiere rissen (Abb. 1.3). Es scheint also eine grosse individuelle Varianz zu geben, wobei längst nicht alle Einzelwölfe erhebliche Schäden verursachen, es sich bei den schadensstiftenden Individuen aber auch nicht nur um einige wenige «Problemwölfe» handelt (Linnell 1999). Bei der Interpretation der Resultate muss berücksichtigt werden, dass Wölfe, die Nutztiere reissen, eine grössere Wahrscheinlichkeit haben, genetisch nachgewiesen zu werden, da genetische Proben oftmals an gerissenen Nutztieren erhoben

werden. Die Zahl der Wölfe, die keine Schäden an Nutztieren verursachen, wird daher eher unterschätzt. Andererseits können in der Schweiz schadensstiftende Einzelwölfe abgeschossen werden, wenn sie eine bestimmte Anzahl Schafe in geschützten Herden oder auf nicht schützbaeren Alpen reissen (BAFU 2016). Solche legalen Abschüsse wurden in der Vergangenheit mehrfach erfolgreich vollzogen, sodass einige Wölfe erlegt wurden, bevor sie ein noch höheres Schadensmass verursachen konnten (siehe Kapitel 3).

Bei allen in unserer Studie berücksichtigten Paaren und Rudeln kam es zu Schäden in den Sömmerungsgebieten, wobei ca. ein Drittel der Paare und Rudel während ihrer gesamten Aufenthaltszeit in der Schweiz weniger als 30 Nutztiere riss (Abb. 1.3). Beim Vergleich mit den Einzelwölfen muss aber beachtet werden, dass sich Rudel über mehrere Jahre im selben Gebiet aufhalten, wohingegen die Stichprobe der Einzelwölfe auch transiente Individuen enthält, die nur kurze Zeit in der Schweiz verweilten. Den Einfluss des sozialen Status der Wölfe auf das Schadensausmass pro Jahr untersuchen wir in Kapitel 2 genauer.

Die Schadenssituation auf Heimweiden wurde hier nicht berücksichtigt, ebenso wurden Schäden, die in den Überlappungsgebieten mehrerer Wölfe lagen, von der Analyse ausgeschlossen. Es können also keine Aussagen über die Gesamtzahl der Schäden gemacht werden, sondern nur über die Situation in den Sömmerungsgebieten.

Kapitel 2: Wirksamkeit von Herdenschutzmassnahmen und Einfluss von Umweltfaktoren

In Kapitel 1 zeigte sich, dass sich die meisten Schäden auf relativ wenige Sömmerungsgebiete konzentrieren und dass es eine grosse Varianz zwischen verschiedenen Wolfsindividuen und sozialen Einheiten (Paare/Rudel) gibt. Um zu evaluieren, inwiefern der Einsatz von Herdenschutzmassnahmen die beobachtete Verteilung der Schäden erklärt, untersuchten wir in Kapitel 2 den möglichen Einfluss von Herdenschutzmassnahmen sowie weiteren räumlichen und biologischen Faktoren auf die Verteilung der Schäden. In früheren Studien wurden Faktoren wie die Grösse der Betriebe bzw. die Anzahl Schafe, die Dauer der Sömmerung, das Angebot an wilden Beutetieren und der Sozialstatus der Wölfe als wichtige Einflussgrössen identifiziert (Grente et al. 2020, Gula 2008, Imbert et al. 2016, Janeiro-Otero et al. 2020, Khorozyan et al. 2015). Wir schlossen daher die Fläche des Sömmerungsgebiets (Mass für die Betriebsgrösse), einen Wildhuftier-Index (Mass für die lokale Verfügbarkeit wilder Beutetiere) und einen Schafsömmerungs-Index (Mass für die lokale Verfügbarkeit von Schafen) sowie Angaben zum Sozialstatus und zur Anzahl der anwesenden Wölfe in unsere Analyse mit ein. Ausserdem interessierte uns, ob Geländeeigenschaften, welche die Übersichtlichkeit und die Zugänglichkeit eines Sömmerungsgebiets charakterisieren, einen Einfluss auf die Verteilung von Schäden an Nutztieren haben. Daher schlossen wir auch den Anteil Waldfläche am Sömmerungsgebiet (Mass für Deckung und geeignetes Wolfshabitat) und einen «Terrain Ruggedness»-Index (TRI; Mass für die Unübersichtlichkeit und Unzugänglichkeit des Geländes) in unsere Analysen ein. Wir untersuchten folgende Fragestellungen und Hypothesen:

1) Welche Faktoren bestimmen das Auftreten von Übergriffen auf Nutztiere?

Hypothese 1.1: Das Gelände und die Biologie des Wolfs bestimmen, wo das Auftreten von Übergriffen auf Nutztiere am wahrscheinlichsten ist.

Hypothese 1.2: Übergriffe auf Nutztiere treten vor allem dort auf, wo das Angebot an wilden Huftieren klein und die Verfügbarkeit gesömmerter Schafe gross ist.

Hypothese 1.3: Übergriffe auf Nutztiere treten vor allem dort auf, wo keine Herdenschutzmassnahmen ergriffen worden sind, wobei räumliche und biologische Faktoren ebenfalls von Bedeutung sind.

2) Haben Herdenschutzmassnahmen einen Einfluss auf das Schadensausmass, wenn es zu Übergriffen auf Nutztiere kommt?

Hypothese 2.1: Wo Herdenschutzhunde (HSH) und geführte Weidesysteme eingesetzt werden, entstehen bei Wolfsangriffen weniger Schäden.

Hypothese 2.2: Neben dem Einsatz von HSH spielt auch der Sozialstatus bzw. die Anzahl der anwesenden Wölfe eine Rolle.

Hypothese 2.3: Die Effizienz von HSH ist abhängig von der Deckung und der Übersichtlichkeit des Geländes.

Weitere relevante Hypothesen wären denkbar. Die Tatsache, dass verschiedene landwirtschaftliche Daten nicht für alle Kantone, Sömmerungsgebiete und Jahre verfügbar waren (siehe Abschnitt 2.1), schränkte unsere Analysemöglichkeiten jedoch derart ein, dass wir uns auf das Prüfen der oben aufgeführten Hypothesen beschränken mussten und nicht alle möglichen Kombinationen von Faktoren testen konnten, da die Stichprobengrössen sonst zu klein geworden wären.

2.1 Datengrundlage & Methoden

Die Datengrundlage, sowie die Methoden für die räumliche und zeitliche Zuordnung der Schäden und der potentiellen Wolfspräsenz zu den einzelnen Sömmerungsgebieten sind in Kapitel 1.1 beschrieben. Jedem Sömmerungsgebiet wurden ausserdem verschiedene räumliche und biologische Faktoren sowie Angaben zur Schafsömmerung und zum Herdenschutz zugeordnet.

Räumliche und biologische Faktoren – Für jedes Sömmerungsgebiet berechneten wir die Gesamtfläche, den Waldanteil innerhalb des Perimeters, sowie die durchschnittliche «Terrain Ruggedness». Für die Berechnung des Waldanteils verwendeten wir Daten der Arealstatistik NOAS04 (2009) mit einer Zellgrösse von 100m, wobei die Kategorien Wald, offener Wald, Gebüschwald und Feldgehölze (Code 44, 47, 50–58, 64) zusammengefasst wurden. Der «Terrain Ruggedness Index» (TRI, Riley et al. 1999) wurde anhand eines digitalen Höhenmodells (DEM) der Schweiz (BFS GEOSTAT, <http://www.geostat.admin.ch>) mit einer Zellgrösse von 25m berechnet. Der TRI gibt Aufschluss darüber, wie stark zerklüftet (und damit unwegsam und unübersichtlich) ein Gebiet ist. Zur Quantifizierung des lokalen Nahrungsangebots an wilden Huftieren berechneten wir einen Wildhuftier-Index (kg Biomasse pro ha). Dieser berechnete sich aus der Summe der jährlichen Jagdstrecken von Rothirsch, Reh, Gämse und Wildschwein pro ha und den angenommenen Durchschnittsgewichten dieser Tierarten (berechnet nach Roder et al. 2020, Vogt 2009). Daten zur Jagdstrecke erhielten wir von allen Kantonen ausser VS. Die räumliche Bezugsfläche für die Streckendaten war je nach Kanton entweder die Gemeinde oder der Wildraum. Den einzelnen Sömmerungsgebieten wurde der Wildhuftier-Index derjenigen räumlichen Bezugsfläche zugeordnet, in welcher der geometrische Zentroid des Sömmerungsgebiets lag.

Der Sozialstatus der in den Sömmerungsgebieten anwesenden Wölfe wurde wie folgt kategorisiert (siehe Kapitel 1.1): transienter Einzelwolf, residenter Einzelwolf, Paar, Rudel oder Überlappungsgebiet (Sömmerungsgebiet liegt in den potentiellen Aufenthaltsgebieten von mehreren residenten Einzelwölfen/Paaren/Rudeln). Des Weiteren generierten wir den Faktor Transient (0= nein, 1= ja), der angab, ob in einem Sömmerungsgebiet neben eines Einzelwolfs/Paars/Rudels während derselben Sömmerungssaison zusätzlich ein transienter Einzelwolf nachgewiesen werden konnte.

Daten zur Schafsömmerung – Wir trugen für jedes Sömmerungsgebiet alle verfügbaren Daten zur Anzahl gesömmerter Schafe, zum Weidesystem und zur Dauer der Sömmerung (in Tagen) zusammen. Die Verfügbarkeit von Schafen in den Sömmerungsgebieten wurde mit der Variable «Schaftage» ausgedrückt (Anzahl Schafe x Dauer der Sömmerung). Die Weidesysteme wurden entsprechend der Direktzahlungsverordnung (DZV; SR 910.13) in ständige Behirtung, Umtriebsweide und übrige Weiden eingeteilt.

Ständige Behirtung: Die Schafe werden täglich von einem Hirten oder einer Hirtin auf einen ausgewählten Weideplatz geführt, die Weidefläche ist in Sektoren aufgeteilt. Zäune können als Unterstützung zur Weideführung oder zum Errichten eines Nachtpferchs oder einer Nachtweide eingesetzt werden.

Umtriebsweide: Die Schafe beweiden durch Zäune und natürliche Grenzen gebildete Koppeln und wechseln mindestens alle 2 Wochen die Weide.

Übrige Weiden: Schafweiden, welche weder die Anforderungen der ständigen Behirtung, noch der Umtriebsweide erfüllen. Die Schafe beweiden ohne Führung und Koppeln ein Alpgebiet und werden mindestens wöchentlich kontrolliert (Freier Weidegang).

Unvereinbarkeit der kantonalen Daten mit den Landwirtschaftsdaten des BLW – Die Daten zur Anzahl Schafe und zum Weidesystem werden beim Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) zentral für jeden Betrieb dokumentiert. Allerdings entsprechen die BLW-Identifikationsnummern nicht den Betriebsnummern, welche die Kantone den digitalisierten Perimetern der Kleinvieh-Sömmerungsgebiete im GIS zuteilen, sodass die BLW Daten den einzelnen Sömmerungsgebieten räumlich nicht zugeordnet werden konnten. Die Kantone BE, FR, GL, LU, OW, SG, SZ und UR stellten uns auf Anfrage die bei ihnen vorhandenen Daten zur Anzahl Schafe, zur Dauer der Sömmerung (in Tagen) und zum Weidesystem zur Verfügung, allerdings waren diese häufig nicht für die ganze Studienperiode von 2004–2019 verfügbar. Die Kantone NW, GR und VS stellten ihre Daten nicht zur Verfügung. Vom Kanton VS konnten aber die Daten zur Anzahl Schafe und zum Weidesystem im Jahr 2012 verwendet werden, die im Rahmen der Schafalplanung des Kanton Wallis erhoben wurden (Mettler et al. 2014).

Daten zum Herdenschutz – Bei AGRIDEA liegen die Angaben zur Anzahl der eingesetzten Herdenschutzhunde (HSH), welche durch das Bundesprogramm finanziert werden, pro Betrieb seit 2006 vor. Wie viele Hunde gleichzeitig in einem Sömmerungsgebiet eingesetzt wurden, lässt sich aus diesen Daten jedoch nicht ableiten, da sich die Anzahl eingesetzter HSH innerhalb einer Sömmerungsperiode ändern kann. Daher kategorisierten wir den Faktor HSH als 0= keine HSH anwesend, 1= mind. 1 HSH anwesend.

Zaunverstärkungen werden seit 2014 durch Herdenschutzbeiträge des BAFU finanziell gefördert und die zugehörigen Daten werden erfasst (Weidenetze mit einer Höhe von mindestens 105cm oder Litzenzaun mit mindestens 5 Litzen). Angaben zu Zaunmaterial, welches nicht durch Herdenschutzbeiträge des BAFU finanziert wird, sind bei AGRIDEA nicht verfügbar. Dieses Zaunmaterial (90cm Weidenetze oder Litzenzaun mit 4 Litzen) wird oftmals zur Weideführung verwendet, gilt jedoch gemäss der Vollzugshilfe Herdenschutz (BAFU 2019) bereits als Grundschutz gegen Übergriffe durch Wölfe. In unserer Analyse konnte der Einfluss von solchen elektrifizierten Zäunen nicht genügend repräsentativ erfasst werden und wir beschränkten uns daher auf die Analyse des Weidesystems, welches im Fall der Umtriebsweide mit dem Einsatz von Zäunen zur Weideführung und bei der ständigen Behirtung in der Regel mit dem Einsatz von Nachtpferchen einhergeht.

Statistische Analyse – Die Grundeinheit für die nachfolgenden Analysen bildet das «Alpjahr», d.h. jedes Sömmerungsgebiet kommt im Enddatensatz der Analyse mehrmals vor – nämlich in allen Jahren zwischen 2004 und 2019, in denen das Sömmerungsgebiet im potentiellen Aufenthaltsgebiet eines genetisch individuell identifizierten Wolfs lag (N=1152). Wir verwendeten Generalized Linear Mixed Models (GLMMS) des R-Pakets *lme4* für die statistischen Auswertungen. Die Alp ID und die Wolf ID wurden als «random factors» ins Modell aufgenommen, um für Pseudoreplikation zu korrigieren, da jede Alp und jedes Wolfsindividuum mehrmals im Datensatz vorkamen. Aufgrund der Datenstruktur (Grossteil der Alpjahre ohne Schäden, «zero inflation») berechneten wir je ein separates Modell für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schäden (binomialverteilte Daten: Schäden ja/nein; alle Alpjahre berücksichtigt, N=1152) und für das Schadensausmass bei erfolgten Übergriffen durch Wölfe (Poisson-verteilte Daten: Anzahl Schäden; nur Alpjahre mit Schäden berücksichtigt, N=190). Bei allen Modellen für das Schadensausmass wurde die logarithmierte

Alpfläche als Kofaktor ins Modell aufgenommen. Da die Alpfläche mit der Herdengrösse korreliert, konnten wir so dafür korrigieren, dass auf grossen Alpen mit vielen Schafen per Definition mehr Nutztiere gerissen werden könnten, als auf kleinen Alpen mit nur wenigen Schafen. Da die Alpfläche als Korrekturfaktor diente, wurde ihr Effekt auf das Schadensausmass in den Resultaten nicht näher diskutiert. Die Variablen Alpfläche, Waldanteil, TRI und Schaftage mussten für die statistische Analyse transformiert und skaliert werden. Alle Analysen wurden in den Programmen ArcGIS und R (Version 4.0.2) durchgeführt.

Umgang mit Datenlücken – Angaben zum Weidesystem, zur Anzahl Schafe, zur Sömmerungsdauer und zur Jagdstrecke (für den Wildhuftier-Index) wurden uns nicht von allen Kantonen und für alle Jahre zur Verfügung gestellt. Aufgrund dieser Datenlücken war unser Datensatz zu klein, um alle Faktoren zusammen in einem gemeinsamen Modell zu testen. Ausserdem fehlten je nach betrachteter Variablen andere Teile des Gesamtdatensatzes (z.B. keine Daten zum Weidesystem aus dem Kanton GR, keine Daten zur Jagdstrecke aus dem Kanton VS). Wir erstellten daher für jede der von uns formulierten Hypothesen (siehe oben) ein separates Modell (Tab. 2.1) und diskutieren im Folgenden die Resultate aller Modelle.

Die Relevanz der analysierten Faktoren kann auf zwei Arten interpretiert werden: 1) Hat ein Faktor eine grosse Effektgrösse, ist seine Wirkung stark im Vergleich zu anderen im Modell enthaltenen Faktoren. Das Vorzeichen der Effektgrösse zeigt die Richtung des Effekts an (+ = mehr Schäden, - = weniger Schäden). 2) Ist ein Faktor in einem Modell signifikant, können wir der Effektgrösse trauen, d.h. die Stärke der Wirkung und die Richtung des Effekts sind zuverlässig. Effektgrössen und p-Werte der in den Modellen enthaltenen Faktoren sind in den Tabellen in Anhang 1 und 2 angegeben.

Tab. 2.1. Struktur der Modelle (Generalized Linear Mixed Models) zur Analyse der 1) Wahrscheinlichkeit von Übergriffen auf Nutztiere und 2) des Schadensausmasses bei erfolgten Übergriffen durch Wölfe. In allen Modellen waren zusätzlich Wolf ID und Alp ID als «random factors» eingeschlossen. * = Interaktion zwischen zwei im Modell eingeschlossenen Faktoren.

Hypothesen	Im Modell eingeschlossene Faktoren
1) Wahrscheinlichkeit von Übergriffen	
<i>H 1.1 Gelände und Sozialstatus</i>	Modell 1a) Alpfläche, Waldanteil, TRI, Sozialstatus, Transiente
<i>H 1.2 Nahrungsverfügbarkeit</i>	Modell 1b) Waldanteil, Wildhuftier-Index, Schaftage
<i>H 1.3 Herdenschutz und Umweltfaktoren</i>	Modell 1c) Alpfläche, Waldanteil, TRI, HSH, Weidesystem
2) Schadensausmass bei Übergriffen	
<i>H 2.1 HSH und Weidesystem</i>	Modell 2a) Alpfläche, HSH, Weidesystem
<i>H 2.2 HSH und Sozialstatus</i>	Modell 2b) Alpfläche, HSH, Sozialstatus, Transiente
<i>H 2.3 HSH und Gelände</i>	Modell 2c) Alpfläche, HSH, Waldanteil, TRI, Waldanteil*HSH, TRI*HSH

2.2 Resultate

Auftreten von Übergriffen auf Nutztiere – Von den in Modell 1a) (*Hypothese Gelände und Sozialstatus*) beinhalteten Faktoren hatten die Alpfläche, der TRI und die Anwesenheit von transienten Wölfen einen signifikant positiven Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit von Schäden, die anderen Faktoren waren nicht signifikant (Anhang 1). Mit zunehmender Alpfläche und bei höheren TRI-Werten wurde das Auftreten von Schäden wahrscheinlicher. Konkret sagte das Modell voraus,

dass eine Verdreifachung der mittleren Alpfläche (Median= 128ha) die durchschnittliche Schadenswahrscheinlichkeit von 7% auf 10% erhöhen würde, wenn ansonsten alle Bedingungen gleich waren. In den Aufenthaltsgebieten transienter Wölfe war die durchschnittliche Schadenswahrscheinlichkeit mehr als doppelt so gross wie in den Aufenthaltsgebieten residenter Einzelwölfe (transiente Einzelwölfe: 17%, residente Einzelwölfe 7%), wenn ansonsten alle anderen Faktoren konstant blieben (Abb. 2.1).

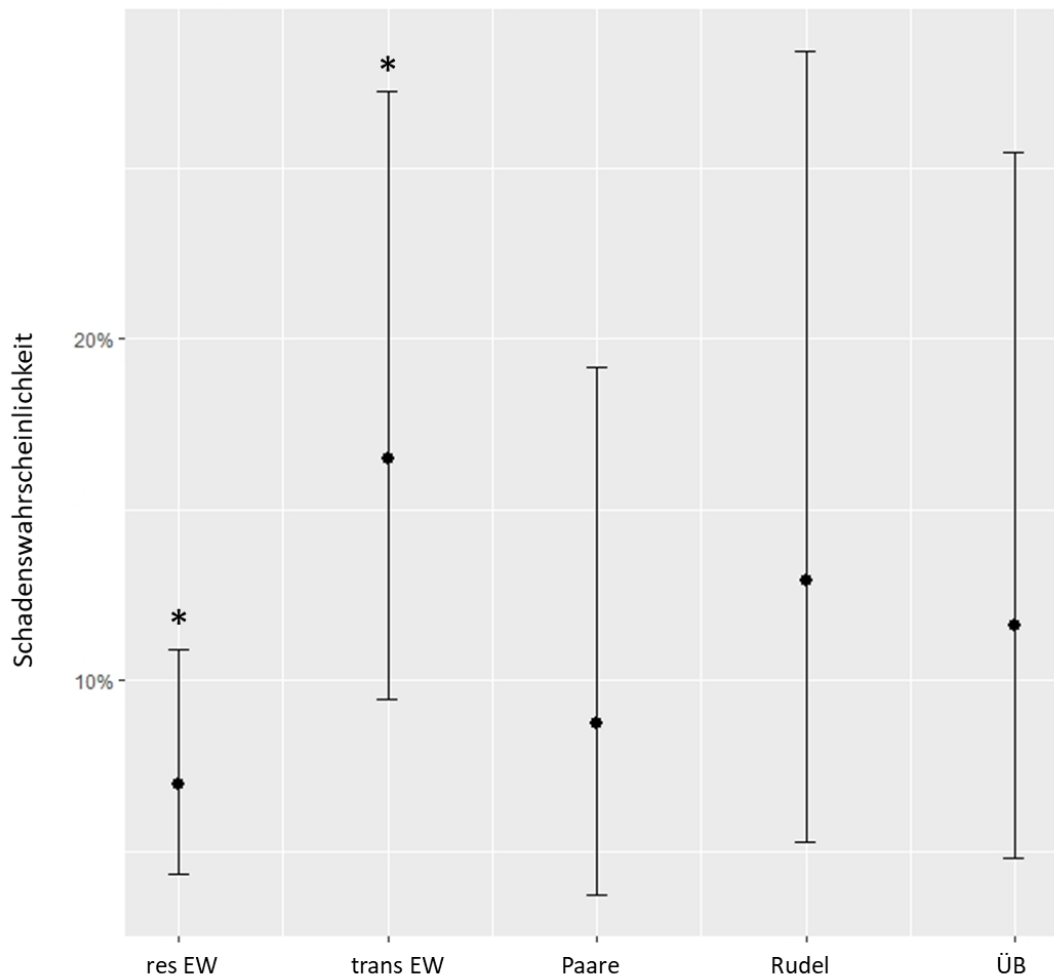


Abb. 2.1. Einfluss des Sozialstatus auf die Wahrscheinlichkeit von Übergriffen auf Nutztiere. Punkte= Modellvorhersagen, Striche= Konfidenzintervalle. Res EW= residente Einzelwölfe, trans EW= transiente Einzelwölfe, ÜB= Überlappungsgebiete zwischen benachbarten residenten Einzelwölfen, Paaren oder Rudeln. Die Modellvorhersagen zeigen die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schäden (gemittelt über alle Alpjahre), wenn nur der Faktor Sozialstatus variiert und alle anderen Faktoren im Modell 1a) konstant bleiben. * kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Kategorie residenter Einzelwolf und den anderen Kategorien.

Von den in Modell 1b) (*Hypothese Nahrungsverfügbarkeit*) beinhalteten Faktoren hatte nur der Faktor Schaftage einen signifikant positiven Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit von Schäden, die anderen Faktoren waren nicht signifikant (Anhang 1). Der Zusammenhang zwischen dem Faktor Schaftage und der Wahrscheinlichkeit von Übergriffen auf Nutztiere war dabei nicht linear (Abb. 2.2). Wurden beispielsweise 80 Schafe 100 Tage lang gesömmert (=8000 Schaftage), betrug das

durchschnittliche Schadensrisiko 7%. Bei der Sömmierung von 330 Schafen für 100 Tage (=33'000 Schaftage) erhöhte sich das Schadensrisiko auf 16%, wenn ansonsten alle anderen Faktoren konstant blieben. Bei hohen Werten (100'000 Schaftage und mehr) wurden die Modellvorhersagen ungenau, da den Berechnungen hier nur noch wenige Datenpunkte zugrunde lagen (Abb. 2.2).

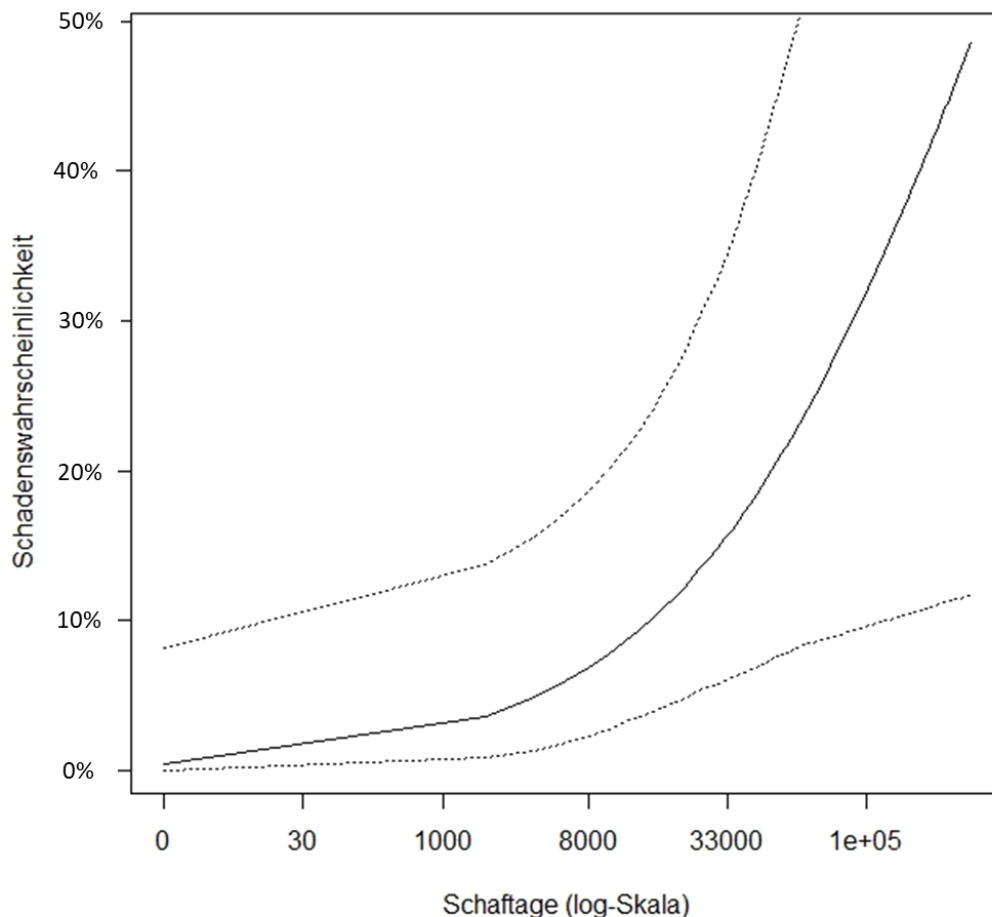


Abb. 2.2. Einfluss des Faktors Schaftage (= Anzahl Schafe x Sömmierungsdauer) auf die Wahrscheinlichkeit von Übergriffen auf Nutztiere. Durchgezogene Linie= Modellvorhersagen, gestrichelte Linien= Konfidenzintervalle. Die Modellvorhersagen zeigen die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schäden (gemittelt über alle Alpjahre), wenn nur der Faktor Schaftage variiert und alle anderen Faktoren im Modell 1b) konstant bleiben.

Von den in Modell 1c) (*Herdenschutz und Umweltfaktoren*) beinhalteten Faktoren hatte nur der Faktor Alpfläche einen signifikant positiven Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit von Schäden (Anhang 1). Dieser Effekt war allerdings bei kleinen und mittelgrossen Sömmierungsgebieten (Median= 128ha) nur gering und eine stärker erhöhte Wahrscheinlichkeit von Schäden zeigte sich erst in grossen Sömmierungsgebieten von 300ha und mehr (Abb. 2.3). Bei sehr hohen Werten wurden die Modellvorhersagen ungenau, da den Berechnungen hier nur noch wenige Datenpunkte zugrunde lagen. In Sömmierungsgebieten mit stark zerklüftetem Gelände (hoher TRI) war das Auftreten von Schäden tendenziell wahrscheinlicher, allerdings war dieser Effekt knapp nicht signifikant. Im Vergleich zum Weidesystem ständige Behirtung bestand auf den übrigen Weiden eine verringerte Wahrscheinlichkeit von Übergriffen auf Nutztiere, wobei auch dieser Effekt knapp nicht signifikant war (Anhang 1).

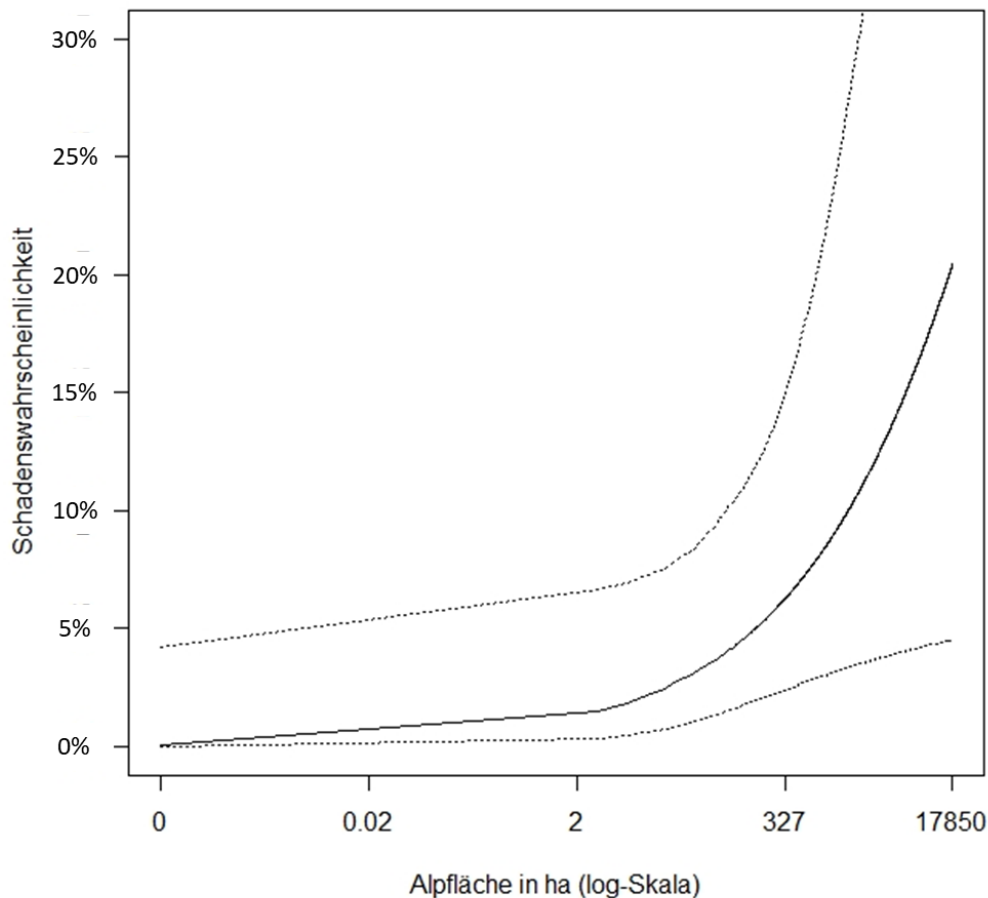


Abb. 2.3. Einfluss der Alpfläche auf die Wahrscheinlichkeit von Übergriffen auf Nutztiere. Durchgezogene Linie= Modellvorhersagen, gestrichelte Linien= Konfidenzintervalle. Die Modellvorhersagen zeigen die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schäden (gemittelt über alle Alpjahre), wenn nur der Faktor Alpfläche variiert und alle anderen Faktoren im Modell 1c) konstant bleiben. Der Faktor HSH wurde dabei auf 0 (keine HSH) und der Faktor Weidesystem auf 3 (übrige Weiden) konstant gehalten, die numerischen Faktoren auf ihrem Mittelwert.

Schadensausmass bei Übergriffen – Von den in Modell 2a) (HSH und Weidesystem) beinhalteten Faktoren hatte nur der Faktor HSH einen signifikant negativen Einfluss auf das Schadensausmass (Anhang 2). Das Modell sagte voraus, dass sich die durchschnittliche Anzahl gerissener Nutztiere pro Alpjahr bei Anwesenheit von HSH um 75% verringerte, wenn ansonsten alle anderen Faktoren konstant blieben (Abb. 2.4). Das Weidesystem alleine betrachtet hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Schadensausmass. Für das Testen einer Interaktion zwischen HSH und Weidesystem war unsere Stichprobe aufgrund der Datenlücken zu wenig gross. Zu beachten gilt auch, dass wir vom Kanton Graubünden keine Daten zum Weidesystem erhielten und dieser Kanton daher nicht zum vorliegenden Resultat beitrug.

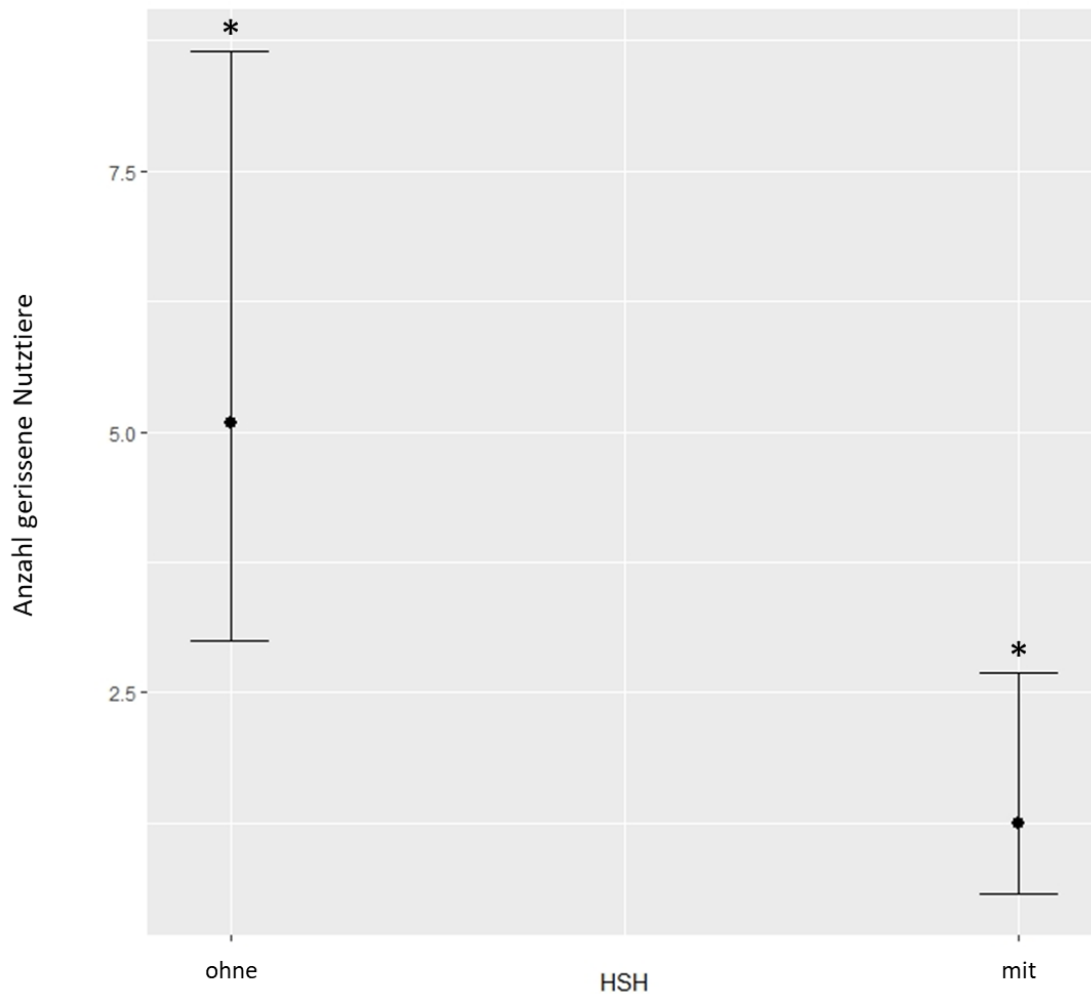


Abb. 2.4. Einfluss von HSH auf die Anzahl gerissener Nutztiere bei erfolgten Übergriffen durch Wölfe. Punkte= Modellvorhersagen, Striche= Konfidenzintervalle. Die Modellvorhersagen zeigen die durchschnittliche Anzahl Schäden pro Sömmerungsgebiet und Jahr (gemittelt über alle Alpjahre), wenn nur der Faktor HSH variiert und alle anderen Faktoren im Modell 2a) konstant bleiben. * kennzeichnen signifikante Unterschiede.

Von den in Modell 2b) (*HSH und Sozialstatus*) beinhalteten Faktoren hatten der Faktor HSH einen signifikant negativen und die Faktoren Sozialstatus= 3 (Paare) und Alpfläche einen signifikant positiven Einfluss auf das Schadensausmass (Anhang 2). Der geschätzte Effekt der HSH war in Modell 2b) etwas schwächer als in Modell 2a): Das Modell sagte voraus, dass sich die durchschnittliche Anzahl gerissener Nutztiere pro Alpjahr bei Anwesenheit von HSH um 54% verringerte, wenn ansonsten alle anderen Faktoren konstant blieben. Laut den Modellvorhersagen war das geschätzte mittlere Schadensausmass in den Aufenthaltsgebieten von Paaren rund 2.4x so hoch wie in den Aufenthaltsgebieten von residenten Einzelwölfen (Abb. 2.5). Am wenigsten Schäden entstanden in den Überlappungsgebieten zwischen residenten Einzelwölfen, Paaren oder Rudeln. Dieser Effekt war jedoch nicht signifikant.

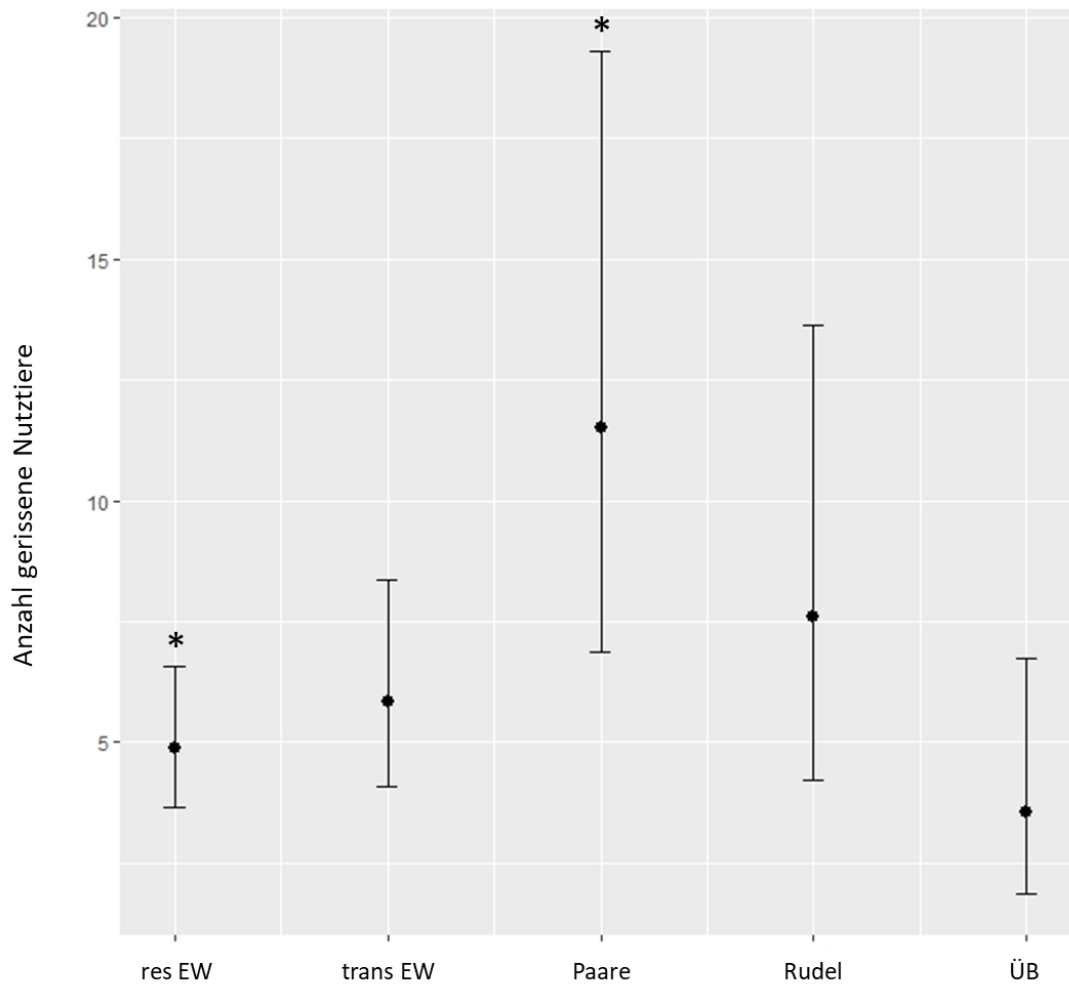


Abb. 2.5. Einfluss des Sozialstatus auf die Anzahl gerissene Nutztiere bei erfolgten Übergriffen durch Wölfe. Punkte= Modellvorhersagen, Striche= Konfidenzintervalle. EW= Einzelwölfe, res= resident, trans= transient, ÜB= Überlappungsgebiet mehrerer residenter EW, Paare oder Rudel. Die Modellvorhersagen zeigen die durchschnittliche Anzahl Schäden pro Sömmerungsgebiet und Jahr (gemittelt über alle Alpjahre), wenn nur der Faktor Sozialstatus variiert und alle anderen Faktoren im Modell 2b) konstant bleiben. * kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen der Kategorie residenter Einzelwolf und den anderen Kategorien.

Von den in Modell 2c) (*HSH und Gelände*) beinhalteten Faktoren hatten der Faktor Alpfläche sowie die Interaktionen zwischen HSH und Waldanteil und zwischen HSH und TRI einen signifikant positiven Einfluss auf das Schadensausmass (Anhang 2). Laut den Modellvorhersagen war der schadensmindernde Effekt von HSH in Sömmerungsgebieten mit hohem Waldanteil und hohem TRI signifikant weniger gross (Abb. 2.6).

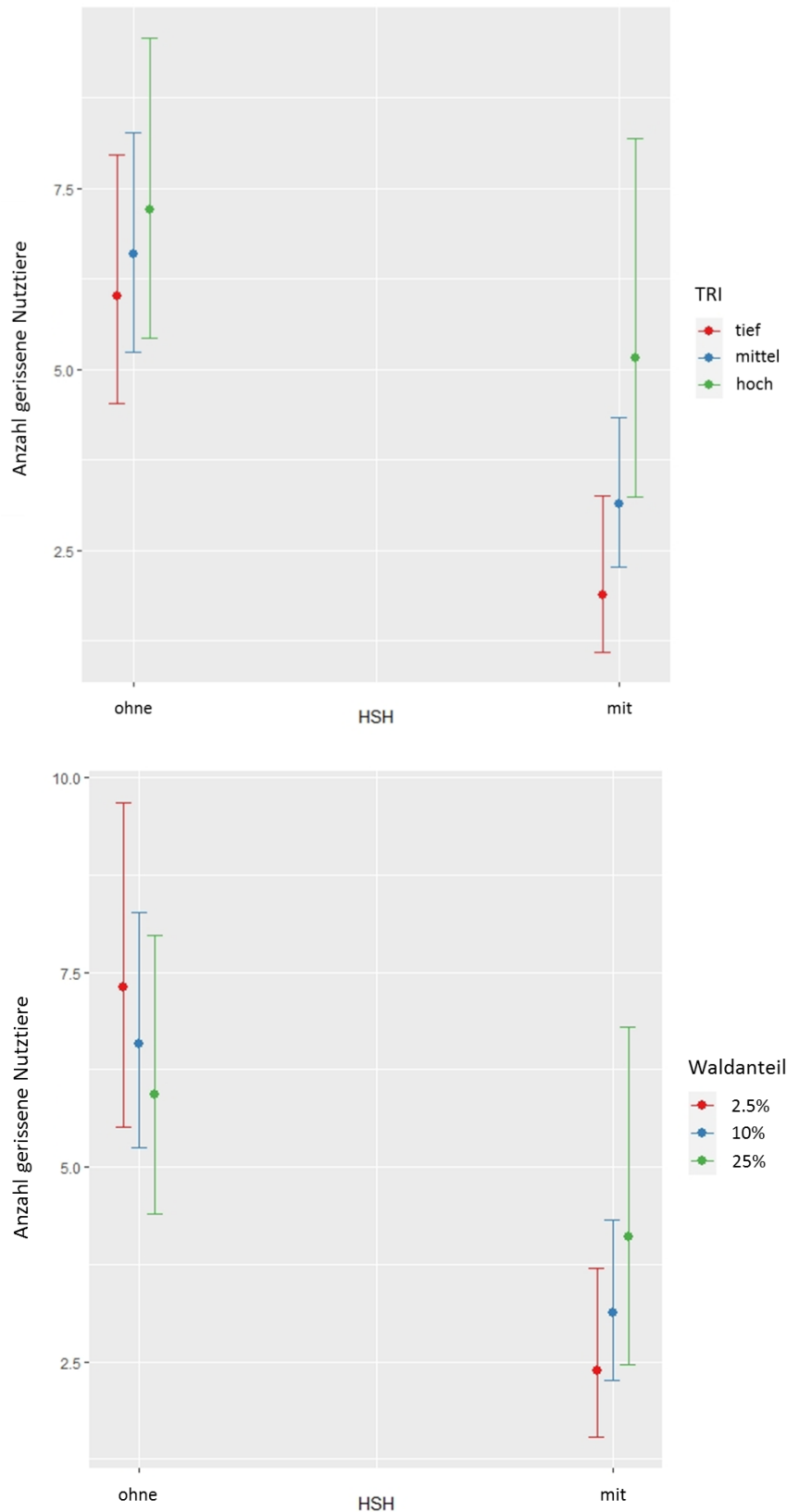


Abb. 2.6. Effekt von HSH auf die Anzahl gerissener Nutztiere bei variierendem «Terrain Ruggedness»-Index (TRI) und Waldanteil in den Sömmerungsgebieten. Punkte= Modellvorhersagen, Striche= Konfidenzintervalle. Die Modellvorhersagen zeigen die durchschnittliche Anzahl Schäden pro Sömmerungsgebiet und Jahr (gemittelt über alle Alpjahre) für verschiedene Ausprägungen von HSH, TRI und Waldanteil bei konstant gehaltener Alpfläche.

2.3 Diskussion

Welche Faktoren bestimmen das Auftreten von Übergriffen auf Nutztiere?

Hypothese 1.1 (Gelände und Sozialstatus) – Die Resultate von Modell 1a) bestätigten unsere Hypothese 1.1 (Das Gelände und die Biologie des Wolfs bestimmen, wo das Auftreten von Übergriffen auf Nutztiere am wahrscheinlichsten ist). Auf grossen Alpen in zerklüftetem Gelände kam es am ehesten zu Schäden an Nutztieren. Die Alpgrösse war in unserem Datensatz mit der Herdengrösse korreliert und reflektiert somit auch die lokale Verfügbarkeit von Schafen, ähnlich wie in Modell 1b). Auf weitläufigen Alpen mit stark kupiertem Gelände (hoher TRI) stellt ausserdem eine kompakte Herdenführung, wie sie für effizienten Herdenschutz zentral ist (BAFU 2021), eine Herausforderung dar und den Wölfen bieten sich ungestörte Rückzugsgebiete. Auch die Anwesenheit transienter Einzelwölfe erhöhte die Wahrscheinlichkeit von Schäden. Dies könnte einerseits darauf zurückzuführen sein, dass transiente Wölfe das Verhalten der wilden Beutetiere in einem Gebiet weniger gut kennen und daher eher Nutztiere reissen als residente Wölfe (Imbert et al. 2016). Andererseits können transiente Wölfe zu jeder Zeit und überall in der Schweiz auftauchen, sodass sich Übergriffe von transienten Wölfen auf Nutztiere häufig in Gebieten ereignen, in denen vorher noch keine Wolfspräsenz bestand und noch keine Herdenschutzmassnahmen getroffen werden konnten.

Hypothese 1.2 (Nahrungsverfügbarkeit) – Aus Modell 1b) lässt sich schlussfolgern, dass es vermehrt dort zu Schäden kommt, wo viele Schafe über längere Zeit gesömmert werden. Die lokale Verfügbarkeit von Schafen wurde auch in anderen Studien als wichtiger Faktor identifiziert, der die räumliche Verteilung von Schäden und das Auftreten von „Hotspot“-Weiden erklärt (Grente et al. 2020, Janeiro-Otero et al. 2020, Gula 2008). Daneben können „Hotspots“ aber auch auf kleinen Weiden entstehen, wo der Schaden im Verhältnis zur Herdengrösse weitaus bedeutender ist als bei sehr grossen Herden (Iliopoulos et al. 2009). Im Oberwallis z.B. werden viele Schwarznasenschafe zu nicht-kommerziellen Zwecken in kleinen Herden gehalten. In solchen Situationen, wo es um kulturelle Identifikation und Tradition geht, können einzelne Übergriffe durch Wölfe u.U. sogar mehr Konflikte mit Nutztierhaltern verursachen als in grossen, kommerziell bewirtschafteten Sömmungsgebieten, selbst wenn in diesen häufiger Nutztiere gerissen werden (Stiftung KORA 2020). Der Einfluss des Wildhuftier-Index war in Modell 1b) nicht signifikant. Wir konnten unsere Hypothese 1.2 (Übergriffe auf Nutztiere treten vor allem dort auf, wo das Angebot an wilden Huftieren klein und die Verfügbarkeit gesömmelter Schafe gross ist) somit nur zur Hälfte bestätigen. Wölfe bevorzugen grundsätzlich wilde Huftiere als Beute gegenüber Nutztieren, selbst wenn letztere häufiger sind (Janeiro-Otero et al. 2020). Sie sind aber auch Nahrungsopportunisten und obwohl sie sich hauptsächlich von wilden Huftieren ernähren, reissen sie bei guter Gelegenheit Nutztiere. In Gebieten allerdings, in denen es kaum mehr wilde Huftiere gibt, können sich Wölfe fast ausschliesslich von Nutztieren und anderen menschlichen Nahrungsquellen ernähren (Meriggi & Lovari 1996). Wahrscheinlich war das Nahrungsangebot für Wölfe in allen von uns untersuchten Gebieten sehr gut und ein Zusammenhang zwischen der Anzahl Schäden und dem Angebot an wilden Huftieren würde sich erst bei deutlich tieferen Dichten wilder Paarhufer zeigen.

Hypothese 1.3 (Herdenschutz und Umweltfaktoren) – Die Resultate von Modell 1c) bestätigen, dass es auf grossen Alpen in zerklüftetem Gelände am ehesten zu Schäden an Nutztieren kommt, ähnlich wie in Modell 1a). Interessanterweise war der Faktor HSH nicht signifikant und beim Vergleich verschiedener Weidesysteme schienen Schäden auf den Übrigen Weiden (d.h. Sömmungsgebiete

mit freiem Weidegang und zumeist ohne HSH) tendenziell weniger wahrscheinlich zu sein als bei Ständiger Behirtung. Wir konnten unsere Hypothese 1.3 (Übergriffe auf Nutztiere treten vor allem dort auf, wo keine Herdenschutzmassnahmen ergriffen worden sind, wobei räumliche und biologische Faktoren ebenfalls von Bedeutung sind) also nicht bestätigen. Diese Ergebnisse sind auf den ersten Blick sehr unerwartet. Sie sind dadurch zu erklären, dass es in 83% aller Alpjahre trotz Wolfspräsenz nicht zu Schäden kam, obwohl in der Mehrheit dieser Alpjahre (84%) keine HSH eingesetzt worden waren. Nur dort, wo Schäden auftreten, lohnt es auch, in Herdenschutzmassnahmen wie die Anschaffung von HSH zu investieren. Da es also viele Sömmerungsgebiete gibt, in denen bei freiem Weidegang ohne HSH trotz Wolfspräsenz im Gebiet kaum Schäden entstehen, wohingegen HSH auf „Hotspot“-Weiden Schäden an Nutztieren verringern aber nicht ganz verhindern können (siehe nächster Abschnitt), wird der Effekt der Herdenschutzmassnahmen auf nationaler Ebene etwas verschleiert. Fallstudien auf regionaler Ebene (Gantrisch, Calanda) konnten zeigen, dass es in mit HSH geschützten Herden weniger häufig zu Schäden kam als in Herden ohne HSH (Marconi 2018, Willisch et al. 2013). Allerdings wurden in diesen Studien die potentiellen Aufenthaltsgebiete der Wölfe in erster Linie durch die genetisch nachgewiesenen Schadensfälle definiert, sodass sie relativ eng waren und auf das Gebiet fokussierten, wo es tatsächlich zu Schäden kam. In unserer Studie berechneten wir die potentiellen Aufenthaltsgebiete der Wölfe durch das Hinzufügen eines Puffers grösser, sodass sie auch Gebiete einschlossen, die mit grosser Wahrscheinlichkeit innerhalb des Aktionsraums der Wölfe lagen, wo es aber nicht zu Schäden gekommen war.

Warum so viele Sömmerungsgebiete im Wolfsgebiet schadensfrei bleiben und nicht zu „Hotspots“ werden, liess sich mit den von uns betrachteten Variablen nicht abschliessend erklären. Zeitlich und räumlich genauere Daten zu den tatsächlichen Bewegungen der Wölfe innerhalb ihrer Aufenthaltsgebiete wären nötig, um diese Frage besser zu untersuchen (z.B. mittels GPS-Sendermarkierung). Beispielsweise konnte in anderen Studien gezeigt werden, dass Übergriffe auf Nutztiere eher in den Randgebieten von Rudelterritorien entstehen und weniger in den Kerngebieten, in denen auch die Jungenaufzucht stattfindet (Gula 2008, Plisson 2011).

Haben Herdenschutzmassnahmen einen Einfluss auf das Schadensausmass, wenn es zu Übergriffen auf Nutztiere kommt?

Hypothese 2.1 (HSH und Weidesystem) – Modellen 2a) und 2b) zeigen, dass der Einsatz von HSH bei Übergriffen durch Wölfe zu deutlich weniger Schäden führt. Der Unterschied in den Modellvorhersagen zwischen Modell 2a) (75% weniger Schäden) und 2b) (54% weniger Schäden) kommt daher zustande, dass in Modell 2b) ein Teil der Varianz im Schadensausmass durch den Sozialstatus der Wölfe erklärt wird. Modell 2a) zeigt den Gesamteffekt von HSH ohne den Sozialstatus der anwesenden Wölfe zu berücksichtigen. Unsere Resultate entsprechen den Ergebnissen aus anderen europäischen Studien, in denen HSH das Schadensausmass in ähnlicher Weise verringerten (z.B. 42.3–79.4%, Bruns et al. 2020; 26-75%, Oliveira et al. 2021). Zwischen den einzelnen Weidesystemen fanden wir keine signifikanten Unterschiede. Wir können also unsere Hypothese 2.1 (Wo HSH und geführte Weidesysteme eingesetzt werden, entstehen bei Wolfsangriffen weniger Schäden) nur in Bezug auf die Wirksamkeit von HSH bestätigen. Leider konnten wir aufgrund der Datenlücken (siehe Kapitel 2.1) nicht testen, ob sich die Effizienz von HSH zwischen verschiedenen Weidesystemen unterschied bzw. ob eine bestimmte Kombination zwischen HSH und Weidesystem besonders effektiv war. In einer Studie im Mercantour Nationalpark in Frankreich konnte z.B. gezeigt werden, dass HSH in Kombination mit dem Einsatz von Nachtpferchen

die beste Wirkung hatten und dass die Anzahl HSH eine wichtige Rolle spielte (Espuno et al. 2004). In der Schweiz wird für das Weidesystem Umtriebsweide mit HSH der gleiche Förderbetrag entrichtet wie für die Ständige Behirtung (DZV; SR 910.13). Es wäre sehr wünschenswert, dass die Landwirtschaftsdaten des BLW mit den georeferenzierten Daten der Kantone so verknüpft werden könnten, dass in Zukunft kontrolliert werden kann, ob beide Weidesysteme aus der Perspektive des Herdenschutzes gleichwertig sind. Ausserdem sollten die Daten zu den HSH ebenfalls so erhoben werden, dass eine Analyse der tatsächlich eingesetzten Anzahl Hunde in den einzelnen Sömmerungsgebieten möglich wird.

Hypothese 2.2 (HSH und Sozialstatus) – Der Sozialstatus der anwesenden Wölfe hatte einen signifikanten Einfluss auf das Schadensausmass, sodass wir unsere Hypothese 2.2 (Neben dem Einsatz von HSH spielt auch der Sozialstatus bzw. die Anzahl der anwesenden Wölfe eine Rolle) bestätigen können. Wolfspaare verursachten signifikant mehr Schäden als residente Einzelwölfe. Es ist naheliegend, dass zwei Wölfe beim Eindringen in eine Schafherde gemeinsam mehr Schäden anrichten können, als ein Einzelwolf. Zwischen Wolfsrudeln und residenten Einzelwölfen zeigte sich hingegen kein signifikanter Unterschied in der mittleren Anzahl Schäden pro Sömmerungsgebiet und Jahr. Wir fanden also keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen der „lokalen Wolfsdichte“ (im Sinne einer Rudelbildung vs. der Anwesenheit von Einzelwölfen, BAFU 2015) und dem Schadensausmass. Dies könnte dadurch begründet sein, dass der Herdenschutz besser planbar wird, wenn Rudel über mehrere Jahre im selben Gebiet präsent sind, oder dass etablierte Wolfsrudel eine gute Kenntnis der Verteilung und Gewohnheiten ihrer wilden Beutetiere haben und diese daher effizienter jagen können (Imbert et al. 2016). Tendenziell entstanden weniger Schäden in den Überlappungsgebieten mehrerer Wölfe oder sozialer Einheiten. Verschiedene Studien unterstützen die Hypothese, dass Wölfe das Gebiet um ihre Reviergrenzen weniger stark nutzen und dort auch weniger häufig Beute machen (Mech & Peterson 2003). Sie haben dort mit der Anwesenheit benachbarter Wölfe zu rechnen, mit denen es zu aggressiven Auseinandersetzungen kommen kann (Mech 1994). Das Vermeiden der Präsenz anderer Wölfe könnte der Grund für die tendenziell reduzierte Anzahl Schäden in den Überlappungsgebieten sein.

Hypothese 2.3 (HSH und Gelände) – Die Resultate von Modell 2c) bestätigen unsere Hypothese 2.3 (Die Effizienz von HSH ist abhängig von der Deckung und der Übersichtlichkeit des Geländes). HSH reduzierten das Schadensausmass auch bei hohen TRI Werten und bei einem höheren Waldanteil innerhalb der Sömmerungsgebiete, allerdings deutlich weniger als in offenem und weniger zerklüftetem Gelände. Obwohl wir die genauen Mechanismen nicht kennen, ist es naheliegend, dass HSH Wolfsangriffe weniger effizient verhindern können, wenn sich den Wölfen mehr Deckung bietet und wenn eine kompakte Herdenführung aufgrund des schwierigen Geländes weniger gut möglich ist.

Kapitel 3: Wirksamkeit von Abschüssen schadenstiftender Wölfe

Legale Abschüsse von Einzelwölfen und Rudelregulationen gemäss JSV (SR 922.01) sind in der Schweiz seit dem Jahr 2000 mehrfach ausgeführt worden um Übergriffe auf Nutztiere zu verhindern. Bisher wurde die Wirksamkeit dieser Massnahme jedoch noch nicht systematisch untersucht. In diesem Kapitel analysieren wir die Wirkung von Abschussbewilligungen (AB) auf die Entstehung weiterer Schäden in einer Vorher-Nachher-Analyse. Das Ziel war es, folgende Fragestellungen zu beantworten: 1) Führt der legale Abschuss eines Wolfes in einem Gebiet zu weniger Schäden an Nutztieren im selben Gebiet im Folgejahr nach der AB? 2) Welche Rolle spielen dabei andere, die AB begleitende Faktoren, wie z.B. ein gleichzeitig intensivierter Einsatz von Herdenschutzhunden (HSH)? Die zweite Fragestellung untersuchten wir mit zwei verschiedenen Ansätzen: a) Wir analysierten ebenfalls Situationen mit erteilten aber nicht ausgeführten AB als Kontrollgruppe. b) Wir verglichen den Anteil an mit HSH geschützten Sömmerungsgebieten im betroffenen Gebiet im Jahr der erteilten AB und im Folgejahr.

3.1 Datengrundlage & Methoden

Als Datengrundlage dienten 20 Fälle von Abschussbewilligungen (AB) für genetisch identifizierte Wölfe, welche zwischen 2000 und 2019 in der Schweiz erteilt wurden (Tab. 1.2). AB für unbekannte Individuen oder AB, die für das Erlösen kranker Wölfe erteilt wurden, wurden nicht berücksichtigt. In 10 Fällen konnte mindestens ein Wolf erlegt werden, in den anderen 10 Fällen verfiel die AB, da sie nicht innerhalb der gesetzlichen Frist von 60 Tagen ausgeführt werden konnte oder da es einen hängigen Rekurs der Umweltverbände oder des BAFU gegen die AB gab. 19 AB wurden aufgrund von Übergriffen auf Nutztiere erteilt, eine AB wurde als Reaktion auf «auffälliges» und «problematisches» Verhalten des Calanda-Rudels (Sichtungen in Siedlungsnähe) ausgestellt aber nicht ausgeführt (Tab. 1.2). Für unsere Analyse berücksichtigten wir nicht nur die Fälle der ausgeführten AB, sondern auch die Fälle der nicht ausgeführten AB als Vergleichsgruppe. Dies diente zur Kontrolle, ob andere, eine AB begleitende Faktoren (z.B. gleichzeitige Intensivierung des Herdenschutzes), womöglich ebenfalls Einfluss auf Veränderungen der Anzahl Nutztierrisse im Folgejahr nach einer AB hatten.

Zuordnung der gerissenen Nutztiere zu den Wölfen mit AB – Die Definition der potentiellen Aufenthaltsgebiete von residenten und transienten Wolfsindividuen bzw. sozialen Einheiten (Paaren/Rudeln) erfolgte wie in Kapitel 1.1 beschrieben. Gerissene Nutztiere wurden dem potentiellen Aufenthaltsgebiet eines bestimmten Individuums oder einer bestimmten sozialen Einheit zugeordnet, wenn sie sich räumlich überlappten und wenn das Funddatum des gerissenen Nutztiers mit dem Zeitintervall der Wolfspräsenz übereinstimmte (residente: Daten des ersten bzw. letzten Nachweises, transiente: Nachweisdatum \pm 14 Tage). Im besonderen Fall des Augstbord Rudels im Kanton Wallis veränderten sich die Rudelzusammensetzung und das Aufenthaltsgebiet zwischen 2015 und 2019 mehrfach. Mehrere Rudelmitglieder kamen ums Leben oder verschwanden, sodass das Augstbord Rudel 2018 in das Mittelwallis Rudel überging und sich räumlich etwas nach Westen verschob. Der frühere Vater des Augstbord Rudels (M59) hielt sich zeitweise mit dem neuen Mittelwallis Rudel auf, bestrich aber alleine ein noch weitaus grösseres Gebiet. In diesen Jahren wurden in der Augstbord/Mittelwallis-Region drei AB erteilt. Für unsere Vorher-Nachher-Analyse der Schäden (siehe nächster Abschnitt) fassten wir dafür die gerissenen Nutztiere im gesamten Gebiet (Augstbord Rudel, Mittelwallis Rudels und M59) zusammen, um zwischen den Jahren eine vergleichbare Fläche zu erhalten.

Tab. 1.2. Übersicht über die Fälle von erteilten Abschussbewilligungen (AB), die für diese Analyse berücksichtigt wurden (2000-2019). Datum= Abschussdatum (AB ausgeführt) oder Ausstellungsdatum (AB nicht ausgeführt). HSH= Herdenschutzhunde aus dem Bundesprogramm. a AB abgelaufen, da nicht innerhalb der gesetzlichen Frist von 60 Tagen ausgeführt. Zusätzliche Informationen über die Abwanderung von Wölfen und Details zur Ausführung der AB stammen aus der Datenbank von KORA, kantonalen Medienmitteilungen sowie Presseartikeln.

Datum	Wolf ID	Kanton	AB ausgef.	Status Wolf	Gerissene Nutztiere (Jahr AB)	Gerissene Nutztiere (Folgejahr)	Anteil Alpen mit HSH (Jahr AB)	Anteil Alpen mit HSH (Folgejahr)	Zusätzliche Informationen
25.08.00	M06	VS	Ja	transient	45	0	-	-	Wolf erlegt
29.09.01	M07	GR	Ja	transient	61	0	-	-	Wolf erlegt
26.10.06	F03	VS	Ja	transient	43	0	-	-	Wolf erlegt
21.11.06	M15	VS	Ja	transient	39	4	0%	0%	Wolf erlegt
21.08.09	M21	VS	Ja	resident	92	2	37.5%	25%	Wolf erlegt
11.08.10	M16/F06 (Paar)	VS	Ja	resident	15	0	11.1%	11.1%	Wolf erlegt (M16)
02.09.13	M35	VS	Ja	resident	91	0	10.5%	10.5%	Wolf erlegt
28.07.16	M68	UR	Ja	resident	95	2	5.4%	10.8%	Wolf erlegt
20.12.16	Augstbord Rudel	VS	Ja	resident	201	24	6.7%	13.3%	Wolf erlegt
04.10.19	Beverin Rudel	GR	Ja	resident	52	25	10%	10%	3 Wölfe erlegt
09.08.02	F01	VS	Nein	resident	26	15	-	-	
28.09.07	F02	VS	Nein	resident	44	37	0%	21.4%	abgelaufen ^a , keine Beschwerde
05.08.09	M20	LU	Nein	resident	29	1	22.2%	11.1%	abgelaufen ^a , Beschwerde abgelehnt
06.08.09	F06	VS	Nein	transient	15	0	0%	0%	Wolf abgewandert
23.06.15	M58	UR	Nein	transient	16	1	0%	0%	Wolf abgewandert
31.08.15	Augstbord (Paar)	VS	Nein	resident	133	142	6.7%	13.3%	Beschwerde gutgeheissen
21.12.15	Calanda Rudel	SG, GR	Nein	resident	7	0	33.3%	33.3%	AB wegen möglicher Gefährdung von Menschen, Beschwerde gutgeheissen
24.05.17	M75	TI, GR, SG, AR	Nein	transient	47	0	0%	0%	abgelaufen ^a , keine Beschwerde
07.09.18	Mittelwallis Rudel	VS	Nein	resident	100	59	13.3%	13.3%	abgelaufen ^a , Beschwerde gutgeheissen
07.09.18	M82/F28 (Paar) & M89	VS	Nein	resident	78	11	12.5%	12.5%	abgelaufen ^a , keine Beschwerde

Vorher-Nachher-Analyse der Übergriffe auf Nutztiere – Für den Vergleich der Anzahl gerissene Nutztiere im Jahr einer ausgestellten AB mit der Anzahl gerissene Nutztiere im Folgejahr wählten wir zwei Zeitabschnitte. Zeitabschnitt 1 (vorher): 1. Januar im Jahr der AB bis zum Abschussdatum (ausgeführte) bzw. Ausstellungsdatum der AB (nicht ausgeführte). Zeitabschnitt 2 (nachher): Gleiches Zeitfenster im Folgejahr. Die Länge der Zeitabschnitte variiert zwischen den einzelnen Wolfsindividuen (Tab. 1.2), ist aber jeweils in beiden verglichenen Jahren gleich. Für diese Analyse wurden sowohl Schäden in den Sömmerungsgebieten als auch Schäden auf den Heimweiden berücksichtigt, die sich ausserhalb der Sömmerungsperiode (Juni bis Oktober) ereignen. Für die statistische Analyse verwendeten wir einen Wilcoxon Paired Samples Test. Alle Analysen wurden in den Programmen ArcGIS und R (Version 4.0.2) durchgeführt.

Vorher-Nachher-Analyse der Herdenschutzsituation – Für alle Sömmerungsgebiete innerhalb der Aufenthaltsgebiete von Wölfen mit AB lagen AGRIDEA Daten zum Vorhandensein von Herdenschutzhunden (HSH) aus dem Bundesprogramm vor. Die Zuordnung der Sömmerungsgebiete zu den Aufenthaltsgebieten der Wolfsindividuen bzw. sozialen Einheiten erfolgte wie in Kapitel 1.1 beschrieben. Zum Vergleich des Anteils an mit HSH geschützten Alpen in den Jahren mit AB und in den Folgejahren verwendeten wir den Fisher's Exact Test.

3.2 Resultate

Entwicklung der Nutztierrisse im von der AB betroffenen Gebiet – Betrachtet man Einzelwölfe, Paare und Rudel zusammen, so wurden im Folgejahr nach einer AB im gleichen Gebiet signifikant weniger Nutztiere gerissen (Wilcoxon Paired Samples Test, $N = 10$, $p < 0.005$). Dies traf auch für Regionen zu, wo eine AB ausgestellt, aber nicht umgesetzt wurde (Wilcoxon Paired Samples Test, $N = 10$, $p < 0.05$). Die signifikante Abnahme von Schäden an Nutztieren im Folgejahr – sowohl bei ausgeführten als auch bei nicht ausgeführten ABs – war am ausgeprägtesten für Einzelwölfe. Der Trend bei Paaren und Rudeln war ähnlich, jedoch war die Varianz grösser (Abb. 1.1). Die Stichprobe war allerdings zu klein um Einzelwölfe, Paare und Rudel separat statistisch auszuwerten.

Entwicklung des Herdenschutzes mit HSH im von der AB betroffenen Gebiet – Der Anteil an Alpen, die mit HSH aus dem Bundesprogramm geschützt wurden, veränderte sich in den von uns analysierten Vorher-Nachher-Situationen nicht signifikant (Fisher's Exact Test, $N = 47$, $p = 0.536$). Weder in den Fällen, in denen eine AB ausgeführt wurde (Fisher's Exact Test, $N = 22$, $p = 0.822$), noch in den Fällen, in denen eine AB ausgestellt aber nicht ausgeführt wurde (Fisher's Exact Test, $N = 25$, $p = 0.836$) veränderte sich der Anteil der Alpen, die mit HSH aus dem Bundesprogramm geschützt wurden, zwischen dem Jahr der AB und dem Folgejahr.

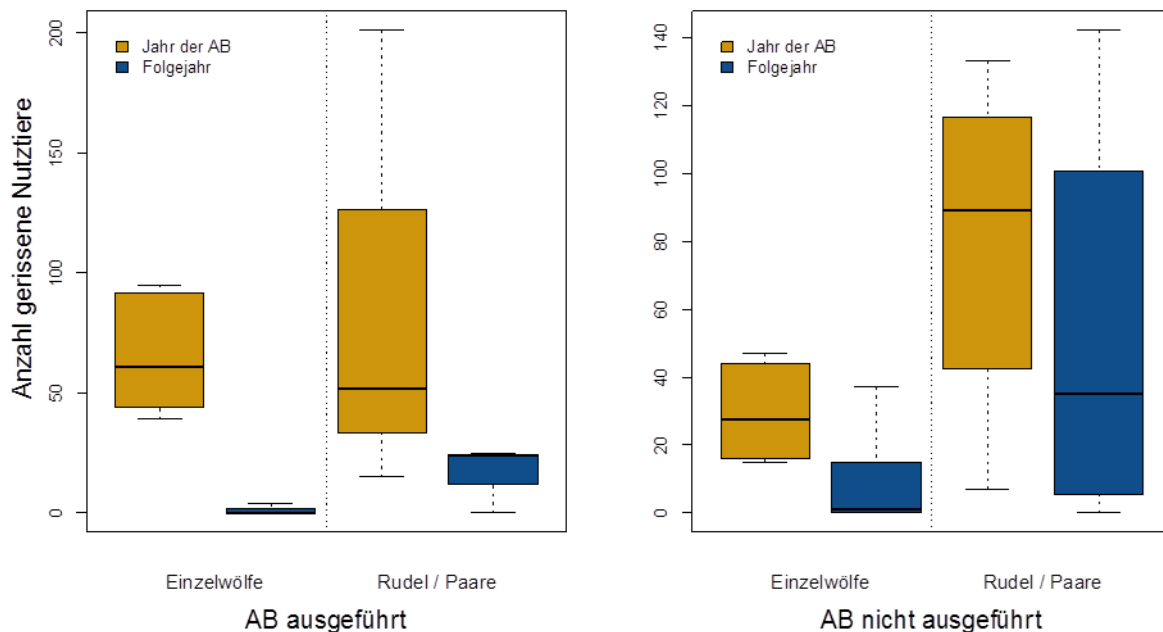


Abb. 1.1. Anzahl gerissene Nutztiere vor und nach Vollzug bzw. Ausstellung einer Abschussbewilligung (AB) für Einzelwölfe und Rudel/Paare. Linke Seite: Abschussbewilligung ausgeführt (Einzelwölfe: N=7, Rudel/Paare: N=3). Rechte Seite: Abschussbewilligung erteilt aber nicht ausgeführt (Einzelwölfe: N=6, Rudel/Paare: N=4). Orange Balken= Anzahl gerissene Nutztiere im Jahr der AB, blaue Balken= Anzahl gerissene Nutztiere im Folgejahr.

3.3 Diskussion

Wirksamkeit von Abschüssen bei Einzelwölfen – Der Abschuss von schadenstiftenden Einzelwölfen hat sich in der Vergangenheit als kurz- bis mittelfristig wirksame Massnahme zur Verringerung von Nutztierrißen erwiesen. Die Schäden in den Gebieten mit Wolfspräsenz gingen im Folgejahr nach einem Abschuss praktisch auf 0 zurück. Dies war offenbar nicht einem gleichzeitig intensivierten Herdenschutz mit HSH in den Sömmerungsgebieten geschuldet, sondern laut unseren Daten auf eine nicht sofortige Besiedlung der betroffenen Gebiete durch neue Wölfe zurückzuführen. Die meisten der untersuchten Fälle stammen aus der Periode der frühen Besiedlung der Schweiz durch den Wolf, während der sich einzelne Wölfe oft weitgehend isoliert voneinander aufhielten. Abschüsse von Einzelwölfen könnten sich in Zukunft als kurzfristiger wirksam erweisen, da durch die wachsende Wolfspopulation in der Schweiz mehr abwandernde Jungwölfe unterwegs sind, die ein leeres Gebiet rascher wieder besetzen können. In gesättigten Grossraubtierpopulationen können Abschüsse von residenten Tieren sogar zu einer vermehrten Einwanderung von Jungtieren auf der Suche nach einem eigenen Territorium führen (z.B. beim Puma; Peebles et al. 2013).

Dass der Abschuss von Einzelwölfen kurz- bis mittelfristig wirksam ist, verwundert wenig – ein toter Wolf macht keine Schäden. Erstaunlicher ist die Tatsache, dass auch bei den nicht ausgeführten AB ein ähnlicher Effekt zu beobachten war. Dies war wiederum nicht auf eine Intensivierung des Herdenschutzes mit HSH in den Sömmerungsgebieten parallel zur Erteilung einer AB zurückzuführen. Die Reduktion der Schäden im Folgejahr erklärt sich wohl hauptsächlich durch das Verschwinden der betroffenen Wölfe: 2 der 6 Einzelwölfe mit nicht ausgeführter AB (F06 und M58) wanderten nachweislich in andere Regionen ab, 2 Wölfe (F02 und M75) verschwanden auf ungeklärte Weise (Tod oder Abwanderung) und bei einem Tier handelte es sich um ein grenzübergreifendes

Individuum (F01), welches sich grossteils in Italien aufhielt. Insbesondere bei transienten Wölfen ist es also möglich, dass der schadenstiftende Wolf nach kurzer Zeit von selbst aus dem Gebiet verschwindet, und dass eine AB nicht mehr ausgeführt werden kann. Nur ein Wolf (M20) blieb nachweislich im Gebiet und verursachte trotz nicht ausgeführter AB und weniger Alpen mit HSH im Folgejahr kaum mehr Schäden. Bei der Interpretation dieser Resultate ist zu beachten, dass unsere Angaben zum Herdenschutz nicht vollständig sind. Für die Vorher-Nachher-Analyse hatten wir nur Daten zu den HSH aus dem Bundesprogramm zur Verfügung. Die Rolle weiterer Herdenschutzmassnahmen (z.B. Elektrozäune) und die Umsetzung von Herdenschutzmassnahmen auf Heimweiden konnten hier nicht berücksichtigt werden. Für zukünftige Erfolgskontrollen sollten standardisierte Daten zum Einsatz von Elektrozäunen sowohl im Sömmerungsgebiet, als auch auf Heimweiden erhoben werden.

Wirksamkeit von Abschüssen bei Paaren/Rudeln – Der Abschuss von Wolfsindividuen aus Paaren oder Rudeln könnte sich ebenfalls als kurz- bis mittelfristig wirksame Massnahme zur Verringerung von Nutzierrissen erweisen, allerdings ist der Effekt etwas weniger deutlich als bei den Einzelwölfen und die Stichprobe noch zu klein für eine statistische Auswertung. Es muss beachtet werden, dass in allen der drei Fälle mit ausgeführter AB zusätzlich zu den legal entfernten Tieren noch weitere Mortalitäten hinzukamen. Im Fall des Paares M16/F06 verschwand nach dem Abschuss des Männchens auch das Weibchen permanent aus dem Gebiet. Im Fall des Augstbord Rudels wurde Ende 2016 nicht nur ein Jungtier geschossen, sondern auch die Mutter des Rudels und weitere Jungtiere verschwanden, sodass sich das Rudel im Folgejahr nach der AB auflöste und erst 2019 als neu formiertes Mittelwallis Rudel wieder Nachwuchs hatte. Im Fall des Beverin Rudels 2019 führte der Abschuss von 3 Jungwölfen und der Verlust eines weiteren Jungwolfs durch einen Verkehrsunfall zu einer Entspannung der Schadenssituation im Folgejahr. Zwei Jahre später jedoch waren wieder vermehrte Übergriffe auf Nutztiere zu verzeichnen und der Kanton beantragte erneut eine Rudelregulation, woraufhin das BAFU dem Abschuss von 3 Jungwölfen zustimmte (Amt für Jagd und Fischerei Kanton Graubünden 2021).

Die Fälle der nicht ausgeführten AB bei Rudeln zeigen ein sehr heterogenes Bild mit einer grossen Varianz. Auch hier nahm in den meisten Fällen die Anzahl Schäden im Folgejahr ab, obwohl kein Wolf legal geschossen wurde und sich der Anteil an mit HSH des Bundesprogramms geschützten Sömmerungsgebieten nicht verändert hatte. Im Fall des Paares F28/M82 im Goms und des im gleichen Gebiet anwesenden, transienten Wolfs M89 war im Folgejahr der AB keiner der drei Wölfe mehr präsent. Die Wölfin F28 war 2018 irrtümlich auf der Fuchsjagd erlegt worden, M82 wurde nach Januar 2019 nicht mehr nachgewiesen. Im Fall des Calanda Rudels 2015 wurde die betreffende AB aufgrund einer potentiellen Bedrohung für den Menschen und nicht aufgrund von vielen gerissenen Nutztieren erteilt, sodass es bereits im Jahr der AB nur wenige Schäden gegeben hatte. Im Fall der nicht ausgeführten AB für das Augstbord Paar 2015 nahm die Zahl der gerissenen Nutztiere im Gebiet des neu gegründeten Rudels 2016 zu, obwohl auch die Zahl der Sömmerungsgebiete mit HSH zugenommen hatte. Allerdings entstand ein grosser Teil der Schäden an Nutztieren 2016 nicht mehr im Sömmerungsgebiet, sondern auf Heimweiden, in denen keine vermehrten Herdenschutzmassnahmen getroffen worden waren (R. Manz, pers. Mitteilung). Eine Verlagerung von Wolfsangriffen von Weiden mit Intervention auf Nachbarweiden ohne Intervention ist bei verschiedenen nicht-letalen und letalen Massnahmen beobachtet worden (z.B. mehr Wolfsangriffe auf Nachbarweiden beim Einsatz von Fallen oder Zäunen; Santiago-Avila et al. 2018). Bei der nicht ausgeführten AB für das Mittelwallis Rudel 2018 bleiben die Gründe für die verringerten Schäden im

Folgejahr unklar. Das Rudel reproduzierte 2019 zum ersten Mal, dennoch gab es weniger Schäden als noch 2018.

Verschiedene Studien aus dem Ausland haben gezeigt, dass nur massive Eingriffe in lokale Wolfspopulationen zu einer signifikanten Verringerung von Schäden führten (Entfernen ganzer Rudel durch Vergiften: Bjorge & Gunson 1985; >25% Mortalität mit gleichzeitiger Abnahme der Anzahl reproduzierender Einheiten: Wielgus & Peebles 2014). Bei weniger starken Eingriffen in die Wolfspopulation zeigten sich schwach positive, keine oder teils sogar negative Effekte auf die Anzahl gerissener Nutztiere (Harper et al. 2008, Krofel et al. 2011, Treves et al. 2016, 2019) und nicht-letale Massnahmen wie z.B. Herdenschutz mittels Elektrozäunen erzielten eine bessere Wirkung als die letale Entnahme von Wölfen (Bruns et al. 2020). Das Entfernen ganzer Rudel ist eine umstrittene Massnahme, die bei Teilen der Bevölkerung auf grosse Ablehnung stösst (Eklund et al. 2017). Breitere Akzeptanz fände womöglich das gezielte Entfernen von besonders schadensstiftenden, erwachsenen Rudelmitgliedern, wie es seit 2021 in der revidierten JSV vorgesehen ist. Um abschätzen zu können, wie wirksam die bestehende Schweizer Praxis des Entfernen von Jungtieren aus Wolfsrudeln auf die längerfristige Schadensentwicklung ist, wäre eine Wiederholung unserer Analyse in den kommenden Jahren sehr wertvoll. Bis dahin sollten alle praktischen Erfahrungen mit Eingriffen in Wolfsrudel sorgfältig dokumentiert werden, insbesondere auch ein möglicher Vergrämungseffekt von Abschüssen einzelner Rudelmitglieder auf die Elterntiere.

Fazit

Ziel dieses Berichts und wichtigste Erkenntnisse

In diesem Projekt sollte untersucht werden, welchen Einfluss Management-Massnahmen wie Herdenschutz und Abschüsse schadensstiftender Wölfe auf die Anzahl gerissener Nutztiere in der Schweiz haben. Dabei sollten auch relevante räumliche und biologische Faktoren berücksichtigt werden. Die Studie fand auf der nationalen Ebene statt und beleuchtete nicht jeden Einzelfall im Detail, sondern versuchte, übergeordnete Muster deutlich zu machen.

Folgende Erkenntnisse konnten wir aus unserer Studie gewinnen:

- In den meisten Kleinvieh-Sommerungsgebieten im Wolfsgebiet entstanden auch während Jahren mit Wolfspräsenz keine Schäden an Nutztieren. Nur wenige Sommerungsgebiete waren in einem oder mehreren Jahren stark betroffen («Hotspot-Weiden»). Auf einem Grossteil der nicht betroffenen Alpen wurden keine Herdenschutzmassnahmen umgesetzt.
- Auf grossen Alpen in zerklüftetem Gelände und dort, wo viele Schafe über längere Zeit gesömmert wurden, kam es am ehesten zu Schäden. Das Weidesystem beeinflusste die Wahrscheinlichkeit von Wolfsübergriffen kaum.
- Herdenschutzhunde (HSH) wurden hauptsächlich dort eingesetzt, wo es bereits zu Schäden an Nutztieren gekommen war. Wo HSH im Einsatz waren, entstanden bei Wolfsangriffen deutlich weniger Schäden, sie konnten jedoch nicht ganz verhindert werden. HSH waren weniger effizient in sehr zerklüfteten Sommerungsgebieten mit hohem Waldanteil.

- Gewisse Wolfsindividuen rissen mehr Nutztiere als andere. Am wahrscheinlichsten waren Übergriffe auf Nutztiere in den Gebieten mit transienten Einzelwölfen. Wenn es zu Schäden kam, war das Schadensausmass bei Wolfspaaren signifikant höher als bei residenten Einzelwölfen. Die durchschnittliche Anzahl gerissener Nutztiere pro Sömmerungsgebiet und Jahr unterschied sich aber nicht signifikant zwischen Rudeln und Einzelwölfen.
- Der Abschuss von schadenstiftenden Einzelwölfen hat sich in der Vergangenheit als kurz- bis mittelfristig wirksame Massnahme zur Verringerung von Schäden an Nutztieren erwiesen, da betroffene Gebiete nach Abschüssen längere Zeit wolfsfrei blieben.
- Um abschätzen zu können, wie wirksam das Entfernen von Jungtieren aus Wolfsrudeln auf die längerfristige Schadensentwicklung ist, wäre eine Wiederholung unserer Analyse in den kommenden Jahren nötig.
- Aufgrund der komplexen Datenlage (eingeschränkte Verfügbarkeit, jährliche Veränderungen, unterschiedlicher Detailierungsgrad) besteht zu verschiedenen Fragestellungen ein beträchtlicher Forschungsbedarf, der in den nächsten Jahren durch die Zusammenarbeit mit StudentInnen und/oder DoktorandInnen bearbeitet werden könnte.
- Der methodische Zugang einer flächendeckenden Analyse hat aufgezeigt, dass eine übergeordnete, territoriale Analyse auch mit regionalen Fallstudien ergänzt werden sollte, um den komplexen Zusammenhängen ausreichend gerecht zu werden.

Schlussfolgerungen

Unsere Studie konnte zeigen, dass die bisher in der Schweiz angewendeten Management-Massnahmen (HSH, Abschüsse von schadenstiftenden Einzelwölfen) wirken. Herdenschutzmassnahmen wie HSH reduzieren das Schadensausmass bei Übergriffen durch Wölfe deutlich, können aber das Auftreten von Schäden nicht vollständig verhindern. Da sie häufig erst dann zum Einsatz kamen, wenn Nutztiere gerissen wurden, und da rund zwei Drittel der Sömmerungsgebiete trotz Wolfspräsenz auch ohne Herdenschutzmassnahmen schadensfrei blieben, wird der Gesamteffekt der HSH auf nationaler Ebene etwas verschleiert. Zu Übergriffen durch Wölfe auf geschützte Herden kommt es oftmals in sogenannten «ungeschützten Situationen», also in Situationen, wo die Umsetzung von Herdenschutzmassnahmen nicht einwandfrei funktioniert hat (z.B. bei unzureichender Umzäunung, einzelnen Schafen ausserhalb des Nachtpferchs, sehr ungünstigen Wetterbedingungen, Einsatz von unerfahrenen Hunden oder wenn Herden auf zu grosser Fläche verteilt sind). Solche «ungeschützte Situationen» sind dafür mitverantwortlich, dass das Schadensausmass auch mit Herdenschutz nicht auf Null reduziert werden kann.

Abschüsse von Einzelwölfen haben sich in der Vergangenheit als effiziente Massnahme erwiesen. Unsere Daten deuten darauf hin, dass auch Abschüsse bei Paaren und Wolfsrudeln wirksam sein könnten. Allerdings muss beachtet werden, dass die Stichprobe noch sehr klein ist und in allen untersuchten Fällen weitere Mortalitäten zusätzlich zu den legalen Abschüssen hinzukamen, es sich also um massive Eingriffe in die lokalen Wolfsvorkommen handelte, die in mehreren Fällen zur Auflösung der Paare/Rudel führten. Um abschätzen zu können, wie wirksam die bestehende Schweizer Praxis des Entfernen von Jungtieren aus Wolfsrudeln auf die längerfristige Schadensentwicklung ist, wäre eine Wiederholung unserer Analyse in den kommenden Jahren sehr

wertvoll. Bis dahin sollten alle praktischen Erfahrungen mit Eingriffen in Wolfsrudel sorgfältig dokumentiert werden, insbesondere auch ein möglicher Vergrämungseffekt von Abschüssen einzelner Rudelmitglieder auf die Elterntiere.

Es gibt europaweit erst wenige Studien, welche die Effizienz von Management-Massnahmen untersuchen, obwohl eine Erfolgskontrolle solcher Massnahmen essentiell für das Management des Wolfs in der Kulturlandschaft ist (Oliveira et al. 2021). Die Stärke unserer Studie war es, dass wir Daten aus verschiedenen Kantonen zur Verfügung hatten und auch diejenigen Fälle näher beleuchten konnten, in denen trotz Wolfspräsenz keine Schäden an Nutztieren eingetreten waren. Die Schwächen unserer Studie waren die nur lückenhaft vorhandenen landwirtschaftlichen Daten, welche die Stichprobengrösse für gewisse Analysen stark einschränkten. Es wäre für weitere Studien sehr wünschenswert, wenn die kantonalen Sömmerungsperimeter mit den beim Bundesamt für Landwirtschaft archivierten Daten zum Schafbestand, zur Sömmerungsdauer und zum Weidesystem so abgeglichen würden, dass eine räumliche Zuordnung zu den einzelnen Sömmerungsgebieten möglich ist. Auch eine systematischere Dokumentation der Anzahl HSH pro Sömmerungsgebiet sowie des Einsatzes von elektrifizierten Zäunen (auch solchen, die nicht durch das Bundesprogramm Herdenschutz finanziert werden) wäre für ein verbessertes Monitoring der Sömmerungsgebiete dringend notwendig, zumal letztere Massnahme laut einer europaweiten Studie Übergriffe auf Nutztiere am effizientesten verringert (Oliveira et al 2021), was in unserer Studie nur indirekt ausgewertet werden konnte.

Referenzen

Aho K., Derryberry D. & Peterson T. 2014. Model selection for ecologists: the worldviews of AIC and BIC. *Ecology* 95, 631–636, doi:10.1890/13-1452.1.

Amirikhiz R.G., Frey J.K., Cain J.W., Breck S.W., Bergman D.L. 2018. Predicting spatial factors associated with cattle depredations by the Mexican wolf (*Canis lupus baileyi*) with recommendations for depredation risk modelling. *Biological Conservation* 224, 327–335.

Amt für Jagd und Fischerei Kanton Graubünden. 2021. Kanton ordnet Abschuss von drei Jungtieren aus dem Beverinrudel an. Medienmitteilung vom 06.09.2021.

<https://www.gr.ch/DE/Medien/Mitteilungen/MMStaka/2021/Seiten/2021090602.aspx> (Stand 18.10.2021)

BAFU (Bundesamt für Umwelt). 2021. Erläuternder Bericht zur Änderung der Verordnung über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdverordnung, JSV, SR 922.01).

<https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/67411.pdf> (Stand 30.11.2021), pp 15.

BAFU (Bundesamt für Umwelt). 2019. Vollzugshilfe Herdenschutz. Vollzugshilfe zur Organisation und Förderung des Herdenschutzes sowie zur Zucht, Ausbildung und zum Einsatz von offiziellen Herdenschutzhunden. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1902: pp 100.

BAFU (Bundesamt für Umwelt). 2016. Konzept Wolf Schweiz. Vollzugshilfe des BAFU zum Wolfsmanagement in der Schweiz. www.bafu.admin.ch/uv-1605-d (Stand 15.10.2019), pp 29.

- BAFU (Bundesamt für Umwelt). 2015. Änderung der Jagdverordnung (JSV), Erläuternder Bericht, 15. Januar 2015, 7pp. <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/40427.pdf> (Stand 18.10.2021)
- Behr D.M., Ozgul A. & Cozzi G. 2017. Combining human acceptance and habitat suitability in a unified socio-ecological suitability model: a case study of the wolf in Switzerland. *Journal of Applied Ecology* 54, 1919–1929.
- Bruns A., Waltert M. & Khorozyan I. 2020. The effectiveness of livestock protection measures against wolves (*Canis lupus*) and implications for their co-existence with humans. *Global Ecology and Conservation* 21, e00868.
- Bjorge R.R. & Gunson, J.R. 1985. Evaluation of wolf control to reduce predation in Alberta. *Journal of Range Management* 39, 483–486.
- Caluori U. & Hunziker M. 2001. Der Wolf: Bedrohung und Lichtgestalt – Deutungsmuster in der Schweizer Bevölkerung. *Forest, Snow and Landscape Research* 76, 169–190.
- DJFW (Dienststelle für Jagd, Fischerei und Wildtiere). 2020. Wolfsmonitoring – Identifizierungsübersicht und Schadensbilanz für 2020. Medienmitteilung 09.12.2020. https://www.vs.ch/de/web/thm-services/articles/-/asset_publisher/ro7kKqbtwhzO/content/monitoring-du-loup-bilan-des-identifications-et-des-dommages-pour-l-ann%25C3%25A9e-2020/529400 (Stand 18.10.21)
- DJFW (Dienststelle für Jagd, Fischerei und Wildtiere). 2019. Wolfsmonitoring – Identifizierungsübersicht und Schadensbilanz für 2019. Medienmitteilung 09.12.2019. <https://www.vs.ch/de/web/communication/detail?groupId=529400&articleId=6174433> (Stand 18.10.21)
- Eklund A., López-Bao J.V., Tourani M., Chapron G. & Frank J. 2017. Limited evidence on the effectiveness of interventions to reduce livestock predation by large carnivores. *Scientific Reports* 7, 2097.
- Espuno N., Lequette B., Poulle M.-L. & Lebreton J.-D. 2004. Heterogeneous response to preventive sheep husbandry during wolf recolonization of the French Alps. *Wildlife Society Bulletin* 32, 1195–1208.
- Frank J. & Sjöström M. 2007. Human attitudes towards wolves, a matter of distance. *Biological Conservation* 137, 610–616.
- Gazzola A., Capitani C., Mattioli L. & Appollonio M. 2008. Livestock damage and wolf presence. *Journal of Zoology* 274, 261–269.
- Gervasi V. et al. (26 Autoren). 2021a. Ecological correlates of large carnivore depredation on sheep in Europe. *Global Ecology and Conservation* 30, e01798.
- Gervasi V., Salvatori V., Catullo G. & Ciucci P. 2021b. Assessing trends in wolf impact on livestock through verified claims in historical vs. recent areas of occurrence in Italy. *European Journal of Wildlife Research* 67, 82 pp.

Grente O., Saubusse T., Gimenez O., Marboutin E. & Duchamp C. 2020. Wolf Depredation Hotspots in France: Clustering Analyses Accounting for Livestock Availability. *EcoEvoRxiv*. November 6. doi:10.32942/osf.io/n8rzg.

Gula R. 2008. Wolf Depredation on Domestic Animals in the Polish Carpathian Mountains. *The Journal of Wildlife Management* 72, 283–289.

Hansen K. 2018. Effectiveness of Fences as Livestock Protection. Masterarbeit. Universität Innsbruck, Österreich. Freie Universität Bozen, Italien. 67 pp.

Harper, E., Paul, W. J., Mech, L. D., Weisberg, S. (2008). Effectiveness of Lethal, Directed Wolf-Depredation Control in Minnesota. *USGS Northern Prairie Wildlife Research Center*. 99.

Iliopoulos Y., Sgardeli S., Koutis V. & Savaris D. 2009. Wolf depredation on livestock in central Greece. *Acta Theriologica* 54, 11–22.

Imbert C., Caniglia R., Fabbri E., Milanese P., Randi E., Serafini M., Torretta E., Meriggi A. 2016. Why do wolves eat livestock? Factors influencing wolf diet in northern Italy. *Biological Conservation* 195, 156–168.

Janeiro-Otero A., Newsome T.M., Van Eeden L.M., Ripple W.J. & Dormann C.F. 2020. Grey wolf (*Canis lupus*) predation on livestock in relation to prey availability. *Biological Conservation* 243, 108433.

Khorozyan I., Ghouddousi A., Soofi M. & Waltert M. 2015. Big cats kill more livestock when wild prey reaches a minimum threshold. *Biological Conservation* 192, 268–275.

Krofel M., Černe R. & Jerina K. 2011. Effectiveness of wolf (*Canis lupus*) culling as a measure to reduce livestock depredations. *Zbornik Gozdarstva in Lesarstva*, 95, 11-21.

Linnell J.D.C., Odden J., Smith M.E., Aanes R. & Swenson J.E. 1999. Large carnivores that kill livestock: do „problem individuals“ really exist? *Wildlife Society Bulletin* 27, 698–705.

Marconi L. 2018. Entwicklung und Effizienz des Herdenschutzes in zwei schweizerischen Berggebieten zwischen 2009 und 2017. Certificate of Advanced Studies (CAS) Säugetiere – Artenkenntnis, Ökologie & Management. Juni 2018. 35 pp.

Marucco F. & McIntire E.J.B. 2010. Predicting spatio-temporal recolonization of large carnivore populations and livestock depredation risk: wolves in the Italian Alps. *Journal of Applied Ecology* 47, 789–798.

Mech L.D. 1994. Buffer zones of territories of gray wolves as regions of intraspecific strife. *Journal of Mammalogy* 75, 199–202.

Mech L.D. & Peterson R.O. 2003. 5. Wolf-Prey Relations. *In* *Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation*, L. David Mech and Luigi Boitani (Eds). Chicago & London: University of Chicago Press, 131–160.

Meriggi A. & Lovari S. 1996. A Review of Wolf Predation in Southern Europe: Does the Wolf Prefer Wild Prey to Livestock? *Journal of Applied Ecology* 33, 1561–1571.

- Mettler D. 2019. Nutztierhaltung und grosse Beutegreifer – Konfliktfeld Landwirtschaft. *In* Wolf, Luchs, Bär in der Kulturlandschaft. Konflikte, Chancen, Lösungen im Umgang mit grossen Beutegreifern. Hrsg. Heurich M. 2019. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, Germany.
- Mettler D., Werder C. & Müller M. 2014. Schafalplanerung Kanton Wallis 2012–2014. Schlussbericht. AGRIDEA, Lausanne, Schweiz. 90 pp.
- Miller J.R.B., Stoner K.J., Cejtin M.R., Meyer T.K., Middleton A.D. & Schmitz O.J. 2016. Effectiveness of contemporary techniques for reducing livestock depredations by large carnivores. *Wildlife Society Bulletin* 40, 806–815.
- Oliveira T., Treves A., López-Bao J.V. & Krofel M. 2021. The contribution of the LIFE program to mitigating damages caused by large carnivores in Europe. *Global Ecology and Conservation* 31, e01815.
- Plisson A.-L. 2011. Etude de la vulnérabilité des troupeaux ovins à la prédation du loup dans le Parc Naturel Régional du Queyras. Mémoire pour l'obtention du diplôme de l'École Pratique des Hautes Études. Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche École Pratique des Hautes Études, Sciences de la Vie et de la Terre, 89 pp.
- Peebles K.A., Wielgus R.B., Maletzke B.T. & Swanson M.E. 2013. Effects of Remedial Sport Hunting on Cougar Complaints and Livestock Depredations. *PLoS ONE* 8(11): e79713.
- Riley S.J., DeGloria S.D. & Elliot R. 1999. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences* 5, 23–27.
- Roder S., Biollaz F., Mettaz S., Zimmermann F., Manz R., Kéry M., Vignali S., Fumagalli L., Arlettaz R. & Braunisch V. 2020. Deer density drives habitat use of establishing wolves in the Western European Alps. *Journal of Applied Ecology*, doi: 10.1111/1365-2664.13609.
- Santiago-Avila F.J., Cornman A.M. & Treves A. 2018. Killing wolves to prevent predation on livestock may protect one farm but harm neighbors. *PLoS ONE* 13(1): e0189729.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189729>
- Stiftung KORA. 2020. 25 Jahre Wolf in der Schweiz – Eine Zwischenbilanz. KORA-Bericht Nr. 91, 80pp.
- Treves A., Krofel M., Ohrens O. & van Eeden L.M. 2019. Predator Control Needs a Standard of Unbiased Randomized Experiments With Cross-Over Design. *Frontiers in Ecology & Evolution*, doi.org/10.3389/fevo.2019.00462.
- Treves A., Krofel M. & McManus J. 2016. Predator Control should not be a shot in the dark. *Frontiers Ecology Environment* 14, 380–388.
- Trouwborst A. & Fleurke F.M. 2019. Killing Wolves Legally: Exploring the Scope for Lethal Wolf Management under European Nature Conservation Law. *Journal of International Wildlife Law & Policy* 22, 231–273.
- Vogt K. 2009. Factors controlling wolf population dynamics in three different areas of Europe. Master thesis, Zoological Museum, University of Zurich, 53 pp.

Wielgus R.B. & Peebles K.A. 2014. Effects of wolf mortality on livestock depredations. PLoS One 9, e113505.

Willisch C.S., Meyer F. & Pfister U. 2013. Entwicklung und Effizienz des Herdenschutzes in den nordwestlichen Voralpen 2009–2012. Bericht zuhanden Herdenschutzhund Schweiz HSH-CH. Faun Alpin GmbH, Bern, Schweiz. 22.

Anhang 1. Parameter der *generalized linear mixed models (GLMM)* zur Erklärung des Auftretens von Übergriffen auf Nutztiere.

Faktoren	Modell 1a)		Modell 1b)		Modell 1c)	
	N=1152	Alp_ID=1.258 Wolf_ID=0.502	N=118	Alp_ID=0.146 Wolf_ID=0.722	N=368	Alp_ID=1.032 Wolf_ID=1.688
	Effektgrösse	p-Wert	Effektgrösse	p-Wert	Effektgrösse	p-Wert
Intercept	-2.645	<0.001	-2.240	0.002	-1.681	0.014
Alpfläche	0.698	<0.001			0.546	0.042
Waldanteil	0.123	0.389	0.148	0.598	0.165	0.496
Ø Ruggedness (TRI)	0.336	0.030			0.633	0.063
Wildhuftier-Index			-0.560	0.267		
Sozialstatus Wolf						
Sozialstatus= 2	0.975	0.005				
Sozialstatus= 3	0.250	0.595				
Sozialstatus= 4	0.688	0.184				
Sozialstatus= 5	0.564	0.253				
Transiente						
Transiente= 1	1.346	0.005				
Herdenschutzhund						
HSH= 1					-0.715	0.232
Weidesystem						
Weidesystem= 2					-0.751	0.244
Weidesystem= 3					-1.342	0.055
Schaftage			0.807	0.042		

N= Stichprobengrösse für die einzelnen Modelle. Die abhängige Variable ist Übergriffe auf Nutztiere (0= nein, 1= ja) pro Alpjahr. Alp_ID/Wolf_ID= geschätzte Varianzkomponenten der random factors. Der Faktor Herdenschutzhund 1 (= HSH vorhanden) wird gegen den Faktor 0 (= keine HSH) verglichen. Die Faktoren Weidesystem 2 (= Umtriebsweide) und 3 (= übrige Weiden) werden gegen den Faktor 1 (= ständige Behirtung) verglichen. Die Faktoren Sozialstatus 2 (= transiente Einzelwölfe), 3 (= Paare), 4 (= Rudel) und 5 (= Überlappungsgebiet zwischen residenten Einzelwölfen, Paaren oder Rudeln) werden gegen den Faktor 1 (= residente Einzelwölfe) verglichen. Die Faktoren Alpfläche, Waldanteil, TRI, Wildhuftier-Index und Schaftage wurden transformiert und skaliert.

Anhang 2. Parameter der *generalized linear mixed models (GLMM)* zur Erklärung der Anzahl gerissener Nutztiere bei Übergriffen durch Wölfe.

Faktoren	Modell 2a)		Modell 2b)		Modell 2c)	
	N=50	Alp_ID=0.504 Wolf_ID=0.500	N=190	Alp_ID=0.516 Wolf_ID=0.363	N=190	Alp_ID=0.522 Wolf_ID=0.427
	Effektgrösse	p-Wert	Effektgrösse	p-Wert	Effektgrösse	p-Wert
Intercept	1.622	<0.001	1.539	<0.001	1.615	<0.001
Alpfläche	0.190	0.215	0.419	<0.001	0.370	<0.001
Herdenschutz Hunde						
HSH= 1	-1.407	<0.001	-0.784	<0.001	-0.938	<0.001
Weidesystem						
Weidesystem= 2	-0.155	0.685				
Weidesystem= 3	0.157	0.694				
Waldanteil					-0.124	0.248
Ø Ruggedness (TRI)					0.131	0.285
HSH1*Waldanteil					0.444	0.034
HSH1*Ruggedness					0.590	0.033
Sozialstatus						
Sozialstatus= 2			0.177	0.416		
Sozialstatus= 3			0.856	0.003		
Sozialstatus= 4			0.438	0.169		
Sozialstatus= 5			-0.319	0.355		
Transiente						
Transiente= 1			-0.319	0.271		

N= Stichprobengrösse für die einzelnen Modelle. Die abhängige Variable ist die Anzahl gerissener Nutztiere pro Alpjahr. Alp_ID/Wolf_ID= geschätzte Varianzkomponenten der random factors. Der Faktor Herdenschutz Hunde 1 (= HSH vorhanden) wird gegen den Faktor 0 (= keine HSH) verglichen. Die Faktoren Weidesystem 2 (= Umtriebsweide) und 3 (= übrige Weiden) werden gegen den Faktor 1 (= ständige Behirtung) verglichen. Die Faktoren Sozialstatus 2 (= transiente Einzelwölfe), 3 (= Paare), 4 (= Rudel) und 5 (= Überlappungsgebiet zwischen residenten Einzelwölfen, Paaren oder Rudeln) werden gegen den Faktor 1 (= residente Einzelwölfe) verglichen. Die Interaktionen (*) des Faktors HSH mit anderen Faktoren sagen aus, ob der Unterschied zwischen HSH= 1 und HSH= 0 bei verschiedenen Ausprägungen der anderen Faktoren signifikant anders ist. Die Faktoren Alpfläche, Waldanteil und TRI wurden transformiert und skaliert.