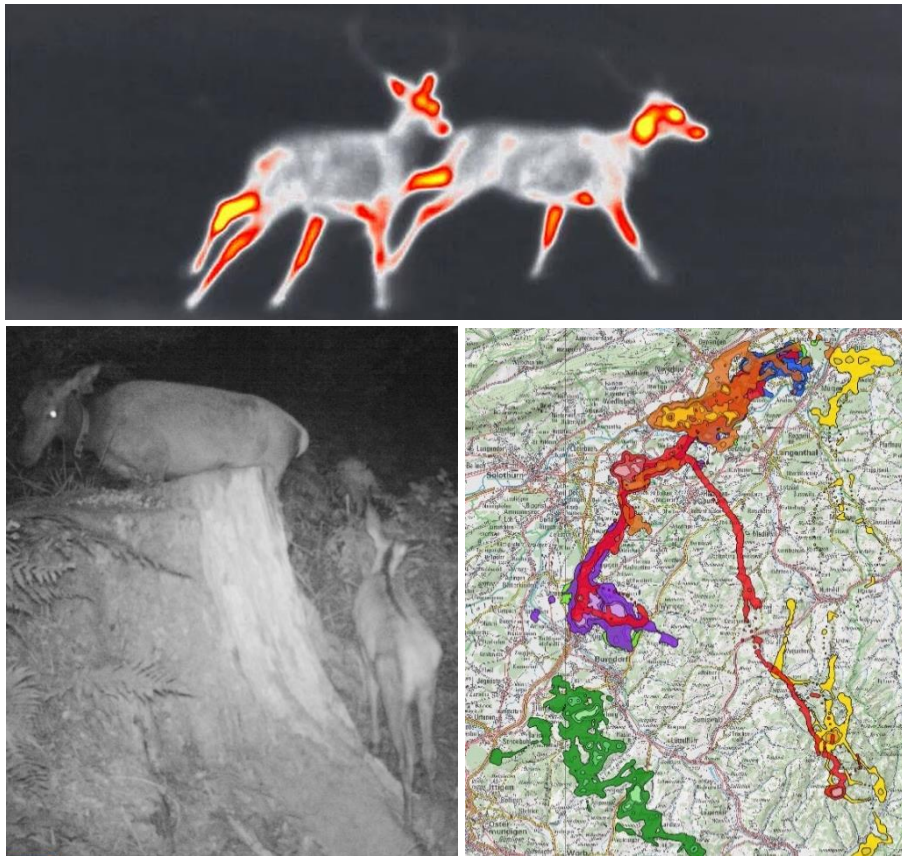


Austausch von Rothirschen zwischen den Voralpen und dem Mittelland

Schlussbericht

Erstellt im Auftrag des Kantons Bern



C. Willisch, N. Marreros, L. Schaufelberger & S. Pisano

Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin FIWI, Abteilung Wildtiere,
Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern,
Länggassstrasse 122, Postfach, 3001 Bern

April 2019

Impressum

Titel	Austausch von Rothirschen zwischen den Voralpen und dem Mittelland. Schlussbericht.
Autoren	Christian Willisch Nelson Marreros Lara Schaufelberger Simone Pisano
Adresse	Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin FIWI, Abteilung Wildtiere, Vetsuisse- Fakultät, Universität Bern, Länggassstrasse 122, Postfach, 3001 Bern
Auftraggeber	Jagdinspektorat des Kantons Bern
Titelbilder	Wärmebildaufnahme von Sipe und weiterem Stier. Fotofallenaufnahme der Hirschkuh Kaja mit Kalb (© T. Schwarzenbach). Streifgebiete der Mittelland-Rothirsche.
Copyright	© April 2019, FIWI

Dank

Das Projekt zum Austausch von Rothirschen zwischen den Voralpen und dem Mittelland wurde im Auftrag des Jagdinspektorat des Kantons Bern durchgeführt. Es lief in Ergänzung zur Untersuchung der Habitatwahl der Rothirsche im Mittelland im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU und dem Amt für Wald, Jagd und Fischerei des Kantons Solothurn. Wir möchten an dieser Stelle den Projektverantwortlichen des Kantons Bern, N. Blatter und C. Heeb, sowie den Partnern vom BAFU und dem Kanton Solothurn, R. Schnidrig-Petrig, C. Winter, M. Tschan und M. Struch für die fortwährende Unterstützung, die gute Zusammenarbeit und die Finanzierung der Projekte danken.

Besonders danken wir all jenen Personen, welche uns bei der Feldarbeit, dem Aufspüren der Rothirsche und den Fängen in den vergangenen Jahren tatkräftig, teils bis tief in die Nacht hinein, unterstützt haben. Für die Organisation und Mithilfe bei den Arbeiten vor Ort bedanken wir uns bei den zuständigen Wildhütern des Kantons Bern U. Bärtschi, F. Dürig, J. Knutti, S. Quinche, P. Sommer, T. Schwarzenbach, P. Siegenthaler, Hansjörg von Allmen und R. Zbinden, wie auch M. Struch und M. Tschan vom Kanton Solothurn. Gedankt sei ebenso den freiwilligen Jagdaufsehern des Kantons Bern, vor allem Oskar Habegger, und den Rothirsch-Verantwortlichen und Jägern der Solothurner Jagdreviere für ihre Mithilfe.

Danken möchten wir ebenfalls unseren aktuellen und ehemaligen Arbeitskollegen, welche das Projekt insbesondere beim Einfang der Rothirsche unterstützten. Dies sind K. Bieri Willisch, A. Boldt, S. Hummel, G. Gelormini, I. Marti, F. Mavrot, R. Meier, M. Pewsner, M.-P. Ryser-Degiorgis und S. Signer.

A. Ryser vom KORA danken dafür, dass wir ihren «Gameboy» für den Einfang der Rothirsche ausleihen durften.

Auch danken wir den Behörden und den Jägern des Kantons Aargau für den Informationsaustausch zu den Rothirschen im Bereich Rothrist-Murgenthal und die Rücksendung des GPS-Halsbands.

Bedanken möchten wir uns letztlich auch bei jenen Personen, welche für den Einfang der Rothirsche in den Voralpen der Kantone Bern, Freiburg und Waadt, die hier als Vergleich dienten, verantwortlich waren. Darunter den Vertretern der kantonalen Jagdbehörden und insbesondere den zuständigen Wildhütern, welche ebenfalls unzählige Stunden für den Einfang der Rothirsche aufgebracht haben.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Einleitung	3
Ausbreitung der Rothirsche: Vom Berggebiet ins Mittelland	3
Erhalt der Rothirsch-Populationen als Herausforderung	5
Austausch und Vernetzung der Populationen – Bindeglied Mittelland	5
Erforderliche Grundlagen	5
Ziel und Fragen	6
2. Methode	6
Untersuchungsgebiet	6
Datengrundlage	8
GPS-Besenderung und Markierung von Rothirschen	8
Rekonstruktion der Bestände und Gruppenzusammensetzung	10
Mortalität	10
Räumliche Wahl der Einstände	10
Verschiebung der Tageseinstände und Streifgebietsgrößen	10
3. Resultate	11
Rothirsch-Vorkommen	11
Gruppengröße und Reproduktion	14
Rothirsch-Abgang im Mittelland	15
Raumverhalten der Rothirsche	17
Vernetzung der Rothirsche im Mittelland und den südlichen gelegenen Vorkommen	24
4. Diskussion	26
Rothirsche im Mittelland – Vorkommen, Austausch und Vernetzung.....	26
Langfristiger Fortbestand der Mittelland-Rothirsche	27
Relevanz der Studie für das Management	29
5. Literatur	30
6. Anhang	32

Zusammenfassung

Die Rothirsche haben sich in der Schweiz seit ihrer Rückkehr gegen Ende des 19. Jahrhunderts sehr stark ausgebreitet. Sie besiedeln heute wieder praktisch den gesamten Alpen- und Voralpenraum. Ausgehend von diesen Vorkommen in den Berggebieten drängen sie nun zunehmend auch in die vorgelagerten Hügellgebiete und ins dicht-besiedelte Flachland. Auch im Grenzbereich der Kantone Bern und Solothurn, wie im benachbarten Aargau, wurden in den vergangenen 10-15 Jahren vermehrt Rothirsche festgestellt. Aktuelle Erkenntnisse zeigen auf, dass die Rothirsche ebenfalls im intensiv von Menschen genutzten Mittelland geeigneten Lebensraum vorfinden, um sich dauerhaft niederzulassen.

In der vorliegenden Studie sollte abgeklärt werden, inwiefern die Entwicklung der Rothirsche im Bereich des Berner und Solothurner Mittellands mit den Vorkommen der Rothirsche in den südlich gelegenen Voralpen zusammenhängen. Konkret sollte untersucht werden, ob ein relevanter Austausch an Tieren besteht, zwischen welchen Regionen dieser auftritt, und welche Bedeutung der Immigration von Tieren für den Rothirsch-Bestand im Mittelland zukommt. Basierend auf den Positionen von 7 GPS-besenderten Rothirschen, wurde in den vergangenen Jahren die Raumnutzung zwischen Mittelland und Voralpengebiet analysiert. Zudem wurden für die Rothirsch-Vorkommen im Mittelland Angaben zur Zusammensetzung und Grösse der Bestände, der Reproduktionsleistung und dem Fallwild-Aufkommen gesammelt.

Die Auswertung der Daten zeigt, dass es zum Zeitpunkt der Studie drei aneinandergrenzende Rothirsch-Vorkommen im zentralen Schweizer Mittelland gab, von West nach Ost in den Regionen Burgdorf-Krauchthal (BE), Kirchberg-Härkingen (BE-SO) und Rothrist-Murgenthal (AG). Die Grösse der einzelnen Vorkommen variierte zwischen 10 und 25 Rothirschen. Jenes der Region Kirchberg-Härkingen war am besten dokumentiert. Der dortige Bestand an minimal nachgewiesenen Rothirschen zeigte in den vergangenen 8 Jahren keine nennenswerte Veränderung und bewegte sich immer bei rund 14-16 Rothirschen. Die Zahl der Kühe schien in den letzten Jahren von zunächst 4-5 Stück auf rund 7 Stück angewachsen zu sein. Das weitgehend ausbleibende Wachstum dieses Bestands war zu einem Grossteil dem hohen Fallwild-Aufkommen in der Region, verursacht durch Kollisionen mit Motofahrzeugen und Bahn, geschuldet. Seit Ende 2015 bis 2018 wurden demnach in der Region 27 Abgänge registriert, wovon 23 durch Strassen- und Bahnverkehr verursacht waren. Besonders unter den männlichen Rothirschen war die hohe Fallwild-Quote nur damit zu erklären, dass alljährlich eine relevante Zahl von Tieren aus dem südlich gelegenen Emmental/Voralpengebiet ins Mittelland einwanderte. Die Einwanderung weiblicher Tiere schien demgegenüber nicht so bedeutend zu sein. Die leichte Zunahme an weiblichen Tieren über die Jahre war denn auch über die populationseigene Reproduktion erklärbar. Die gewonnenen Erkenntnisse basierend auf den Populationsdaten wurden gestützt durch die dokumentierten Bewegungen der GPS-besenderten Individuen. So konnte nachgewiesen werden, dass 4 der 7 besenderten Tiere zwischen dem Mittelland-Bereich und dem südlich angrenzenden Emmental und Voralpengebiet migrierten. Hauptzeiten für die Migration waren das Frühjahr und der Herbst. Vereinzelt wechselten Rothirsche ihre Einstände aber auch in den dazwischenliegenden Perioden. Rothirsche migrierten ebenfalls innerhalb des Mittellands. Verglichen mit Rothirschen in den Voralpen verschoben sich die Rothirsche in der Nacht mehrheitlich über grössere Distanzen und sie verfügten ebenfalls über grössere Steifgebiete.

Die Studie bestätigte, dass die Rothirsche im Mittelland einen aktiven Austausch mit den Kernvorkommen in den Voralpengebieten hatten. Der langfristige Fortbestand der Mittelland-Rothirsche ist aktuell aber ungewiss. Hauptgrund hierfür ist das hohe Fallwild-Aufkommen,

verursacht durch Kollisionen im Strassen- und Bahnverkehr. Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und zur Reduktion von Kollisionen mit Rothirschen auf den neuralgischen Strassenabschnitten sind dringend erforderlich. Zudem ist eine verbesserte Vernetzung der Rothirsch-Populationen im Mittelland und zu den Vorkommen im Emmental und dem Voralpengebiet anzustreben. Das jagdliche Management sollte daher die fortschreitende Ausbreitung der Rothirsche aus den Voralpen in Richtung Norden nicht unterbinden. Schliesslich ist weiterhin auf eine jagdliche Regulierung der Bestände im Mittelland zu verzichten. Dies deshalb, weil nicht abschliessend klar ist, ob die lokalen Vorkommen solche Eingriffe überhaupt verkraften, sondern auch weil die Gefahr besteht, dass Rothirsche aus ihren bereits besetzten Einständen vertrieben werden können.

1. Einleitung

Ausbreitung der Rothirsche: Vom Berggebiet ins Mittelland

Der Rothirsch galt gegen Mitte des 19. Jahrhunderts in der Schweiz als ausgerottet (Haller 2002). Ausgehend von kleinen Restbeständen in den benachbarten Ländern und unterstützt durch Aussetzungen begann er sich seinen Lebensraum in der Schweiz aber bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts wieder zurückzuerobern (Righetti 1995). Im Kanton Bern fasste der Rothirsch erst in den 1960er Jahren Fuss. Die ersten Rothirsche wanderten damals über Brünig und Grimsel in den Kanton Bern ein. Ende der 1970er Jahre zählte man im Osten des Kantons schliesslich rund 70 Rothirsche (Righetti & Huber 1983). Ab 1979 wurden die Rothirsche jagdlich reguliert. Damit sollte eine fortschreitende Ausbreitung in bis dahin Rothirsch-freie Lebensräume verhindert werden (Righetti & Huber 1983; Ruhlé & Juesy 2006). Entsprechend verlief das anschliessende Bestandwachstum nur sehr langsam wie auch die weitere Ausbreitung. Im Jahr 2005 schätzte man den Rothirsch-Bestand im Kanton Bern gerade mal auf rund 375 Tiere. Gemäss damaligen Erkenntnissen lagen die Verbreitungsschwerpunkte der Rothirsche zu jener Zeit immer noch im Südosten des Kantons (Abb. 1), wobei sich die Rothirsche mittlerweile nun ebenfalls im Bereich der westlichen Berner Voralpen im Grenzgebiet zu den Kantonen Freiburg und Waadt zu installieren begannen (Ruhlé & Juesy 2006).

Wurde die weitere Ausbreitung bis zu jenem Zeitpunkt im Kanton Bern noch gezielt verhindert, sollte durch den Erlass neuer jagdlicher Bestimmungen im Jahr 2003 und deren Implementierung ab 2005 in den Folgejahren nun eine fortschreitende Wiederbesiedlung geeigneter Lebensräume durch den Rothirsch im Kanton Bern ermöglicht werden (Ruhlé & Juesy 2006). Als geeignete Habitate wurden praktisch die gesamten Berner Voralpen inklusive der nördlich vorgelagerten Hügelgebiete und der Berner Jura erachtet. Basierend auf den damaligen Kenntnissen ging man nicht davon aus, dass ebenfalls Lebensräume im Mittelland dauerhaft besiedelt werden (Ruhlé & Juesy 2006; Odermatt & Rüegg 2010). Wie die Abbildung 1 verdeutlicht, führten die seither ergriffenen jagdplanerischen Massnahmen dazu, dass die Rothirsch-Bestände im Kanton Bern in den letzten 10 Jahren stark anwuchsen. So wurde für das Jahr 2017 ein Bestand von > 1'700 Rothirschen angegeben (Quelle: Jahresbericht 2017, Jagdinspektorat des Kantons Bern). In den Voralpen-Regionen des Kantons ist der Rothirsch mittlerweile praktisch überall als Standwild vertreten. Zunehmend wird er ebenso in den vorgelagerten Hügelgebieten festgestellt, wenn teils auch nur in geringer Zahl (Quelle: Jahresbericht 2015, Jagdinspektorat des Kantons Bern).

Ausgehend von den Voralpen im Grenzgebiet der Kantone Bern, Luzern und Obwalden (Abb. 2) setzte bereits ab 2005-2007 ebenfalls eine allmähliche Wiederbesiedlung der Lebensräume im Mittelland ein (Quelle: Jahresbericht 2015, Jagdinspektorat des Kantons Bern). Im Winter 2010-11 wurde das Rothirsch-Vorkommen im Längswald im Grenzbereich der Kantone Bern und Solothurn auf rund 10-15 Rothirsche geschätzt (Willisch et al. 2015). Entgegen der allgemeinen Erwartungen zeigte sich, dass die Rothirsche im Mittelland tatsächlich als Standwild auftraten, was nur einige Jahre zuvor nicht für möglich gehalten wurde (Ruhlé & Juesy 2006; Odermatt & Rüegg 2010).

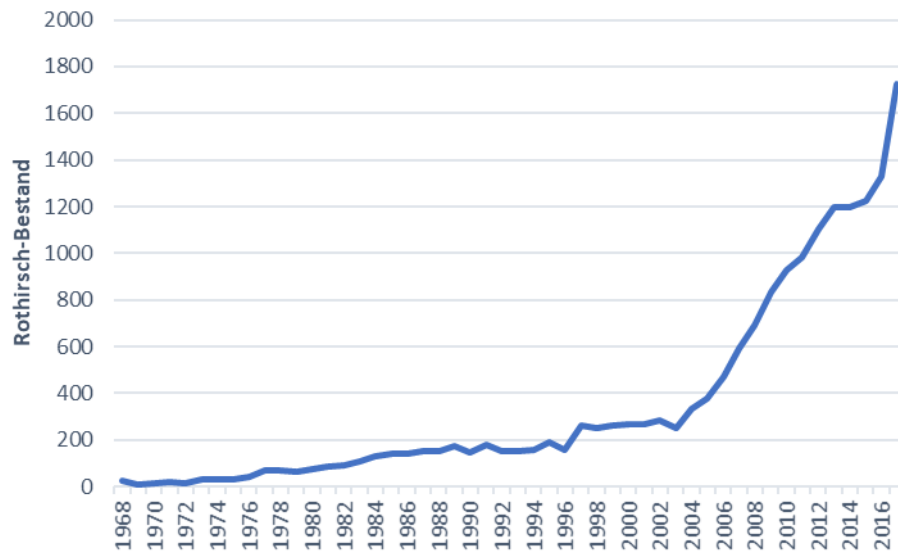


Abb. 1. Rothirsch-Entwicklung im Kanton Bern ab 1968 (Quelle: Eidg. Jagdstatistik, 2019).

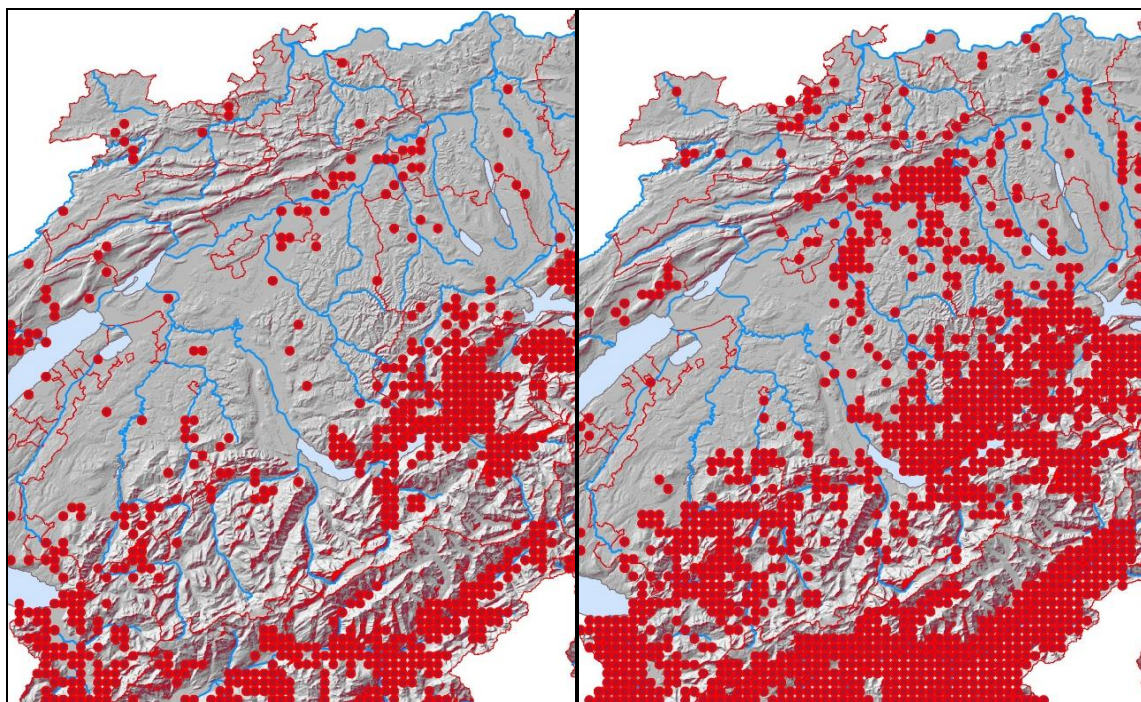


Abb. 2. Entwicklung der Rothirsch-Verbreitung in den westlichen und zentralen Schweizer Voralpen und dem nördlich gelegenen Mittelland. Links für den Zeitraum bis 2005, rechts ab 2006. (Auflösung 2 x 2 km, Daten © CSCF April 2019).

Die Feststellung, wonach Rothirsche in den vergangenen 10-20 Jahren zunehmend aus den Berggebieten ins Mittelland vorstossen, beschränkt sich nicht nur auf den Kanton Bern und seine angrenzenden Nachbarkantone. Auch in anderen Teilen der Schweiz spielt sich Ähnliches ab. Beispielsweise haben Rothirsche vom französischen Jura herkommend mittlerweile das Flachland nördlich der Stadt Genf besiedelt, während in der Region Zürich Rothirsche vermehrt entlang der Albiskette und des Tössstocks Richtung Mittelland drängen (Signer et al. 2019).

Erhalt der Rothirsch-Populationen als Herausforderung

Nimmt man die bisherige Entwicklung der Rothirschausbreitung als Massstab, so ist davon auszugehen, dass diese Huftierart in den kommenden Jahrzehnten auch die letzten, bis dahin noch unerschlossenen Lebensräume in den Alpen und Voralpen, dem Jura und im Flachland wieder besiedeln wird. Zumal die Erhaltung lokaler Populationen einheimischer Wildtiere wie dem Rothirsch in der Schweiz gesetzlich verankert ist (Baumann & Imesch 2010), wird die Herausforderung für die betroffenen Kantone besonders im intensiv vom Menschen genutzten Mittelland darin liegen für einen ausreichenden Schutz der jeweiligen Rothirsch-Vorkommen zu sorgen und dies unter Berücksichtigung allfällig negativer Auswirkungen auf forst- und landwirtschaftliche Kulturen (Ruhlé & Juesy 2006).

Austausch und Vernetzung der Populationen – Bindeglied Mittelland

Aus populationsökologischer Sicht stellt sich die Frage, wie die jeweiligen Rothirsch-Vorkommen untereinander vernetzt werden können. Besonders wenn es darum geht, die Populationen der Rothirsche im Jura mit jenen in den nördlichen Voralpen zu verbinden, wird den Vorkommen im schweizerischen Mittelland eine wichtige Rolle als Bindeglied zukommen (Signer et al. 2019).

Eine ausserordentlich wichtige Austauschroute zwischen Voralpen und dem Jura liegt im Bereich des Berner und Solothurner Mittellands im Grossraum zwischen Bern, Solothurn und Olten. Zwar stellen die dortigen Autobahnen A1 und A5 immer noch kaum oder nur schwer überwindbare Barrieren für die Rothirsche dar (Willisch et al. 2015), aber die Sanierung der entsprechenden Verbindungskorridore (z.B. SO1, SO2, SO3, BE08, BE09-SO6, SO9) ist vorgesehen und teils bereits in Planung (Informationen unter www.bafu.admin.ch: Wildtierpassagen). Vor diesem Hintergrund wird klar, dass den Rothirschen im Berner und Solothurner Mittelland und den angrenzenden Regionen eine spezielle Stellung zukommt.

Erforderliche Grundlagen

Um den Erhalt des derzeit existierenden Rothirsch-Vorkommens im Berner und Solothurner Mittelland langfristig sicherzustellen, sind jedoch grundlegende Informationen zur populationsdynamischen Entwicklung der Bestände notwendig. Dies vor allem auch in Anbetracht der Tatsache, dass die dortigen Bestände nach wie vor noch sehr klein sind, zugleich aber ein hoher Abgang an Rothirschen (v.a. verursacht durch Kollisionen im Bahn- und Strassenverkehr) zu verzeichnen ist (Willisch et al. 2015). Schliesslich ist denkbar, dass ebenso im Mittelland dereinst eine jagdliche Regulation der Rothirsch-Bestände erfolgen soll, wie es in den übrigen Gebieten der Schweiz der Fall ist. Damit gewährleistet werden kann, dass diese den langfristigen Erhalt der lokalen Population nicht gefährdet, müssen wesentliche demographische Angaben zu Zuwachs und Abgang bekannt sein und entsprechend in der Jagdplanung berücksichtigt werden.

Basierend auf bisherigen Erkenntnissen (Willisch et al. 2015) könnte der Austausch mit dem südlich gelegenen Voralpen-Bestand, konkret mit der erweiterten Kern-Hirschregion um die eidgenössischen Jagdbanngebiete Augstmatthorn und Tannhorn, einen entscheidenden Dreh- und Angelpunkt für die Populationsdynamik der Rothirsche im Mittelland darstellen. Denkbar ist, dass sowohl Immigration wie auch Emigration aus bzw. in die Voralpen-Population wesentliche Komponenten der Populationsdynamik der Mittelland-Rothirsche sind. Im Hinblick auf ein langfristiges Fortbestehen der Mittelland-Population könnte vor allem eine anhaltende Immigration von Voralpen-Individuen

ein wichtiger Faktor sein, der hilft die hohen jährlichen Abgänge im Mittelland zu kompensieren (Stacey & Taper 1992).

Ziel und Fragen

Um die Populationsdynamik im Mittelland besser zu verstehen, sollte daher die Rolle des Austauschs von Rothirschen mit den südlich angrenzenden Beständen der Voralpen näher untersucht werden. Geklärt werden sollte, inwiefern es zwischen den Rothirsch-Beständen im Mittelland und den südlich gelegenen Vorkommen ein Austausch an Individuen gibt, wie dieser aussieht und zwischen welchen Regionen dieser stattfindet. Zudem sollte abgeschätzt werden, welche Bedeutung die Migration für die Populationsdynamik und ein allfälliges jagdliches Management der Rothirsche im Mittelland hat.

2. Methode

Zur Klärung der obgenannten Fragen wurde auf verschiedene Datengrundlagen zurückgegriffen, mit Hilfe derer ein möglichst gesamtheitliches Bild zum aktuellen Austausch zwischen Mittelland und Voralpen-Rothirschen gewonnen werden sollte.

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasste das zentrale Schweizer Mittellands zwischen Bern, Solothurn und Rothrist sowie den unmittelbar südlich angrenzenden Hügelländern des Emmentals bis hin zu den ersten Voralpenketten nördlich des Briener- und Thunersees (Abb. 3).

Das Mittelland zeichnet sich durch eine besonders hohe Siedlungsdichte aus. Zwischen den städtischen Siedlungszentren kommen in den ländlichen Regionen zahllose kleinere bis mittelgrosse Dörfer zu liegen. In deren Umgebung dominieren landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen das Landschaftsbild, wobei der Ackerbau gebietsweise vorherrschend ist. Dazwischen finden sich mehr oder weniger grosse, isolierte Waldgebiete, welche generell stark forstwirtschaftlich genutzt werden. Die Landschaft ist zudem stark durch Verkehrsträger wie Strassen und Bahnlinien zerschnitten (Hummel et al. 2014). Von besonderer Bedeutung ist die Autobahn A1, welche das Untersuchungsgebiet von Süden nach Norden über die gesamte Länge durchzieht bzw. seitlich begrenzt. Die ländlichen Teile des Mittellands sind schliesslich von zahlreichen, zumeist befahrbaren Feld- und Waldwegen durchzogen. Insgesamt führen Siedlungen und Verkehrsträger dazu, dass der Lebensraum im Mittelland besonders stark mosaikartig fragmentiert ist. Praktisch sämtliche Orte im Mittelland sind gut erschlossen und weisen eine intensive land- und forstwirtschaftliche Nutzung auf. Der natürliche Lebensraum wird von den Menschen zudem in hohem Mass auch als Naherholungsgebiet genutzt, wie auch zur Ausübung verschiedenster Freizeitaktivitäten und im Herbst zur Jagd.

Die dem Mittelland südlich vorgelagerten Hügelländer des Emmentals bis hin zu den ersten Bergketten nördlich des Briener- und Thunersees sind durch ausgedehnte Weide- und Waldgebiete geprägt. Die Tallagen und die flacheren Gebiete sind in der Regel unbewaldet, während Wälder vielfach die Talflanken und steilen Abhänge säumen. Die land- und forstwirtschaftliche Nutzung des natürlichen Lebensraums ist auch in dieser Region als intensiv zu bezeichnen. Neben den Dörfern mit

einer jeweils zusammenhängenden Siedlungsfläche, sind die Hügellgebiete des Emmentals gespickt mit einer Vielzahl kleiner Höfe und umliegendem Weideland. Entsprechend gut ausgebaut ist auch in diesem Abschnitt noch das Verkehrsnetz. Neben wichtigen Verbindungsstrassen in den Tälern, durchziehen unzählige Zubringerstrassen praktisch das gesamte Hügelland des Emmentals. Nur gerade in der eigentlichen Napfregion und den höher gelegenen Gebieten der südlichsten Bergketten ist die Zugänglichkeit nicht überall und in jeder Jahreszeit gegeben. Diese Gebiete sind sehr häufig aber durch ein gutes Wanderwegnetz erschlossen. Die natürlichen Lebensräume werden ebenfalls im Emmental zur Ausübung verschiedenster Freizeitaktivitäten und der Jagd genutzt.

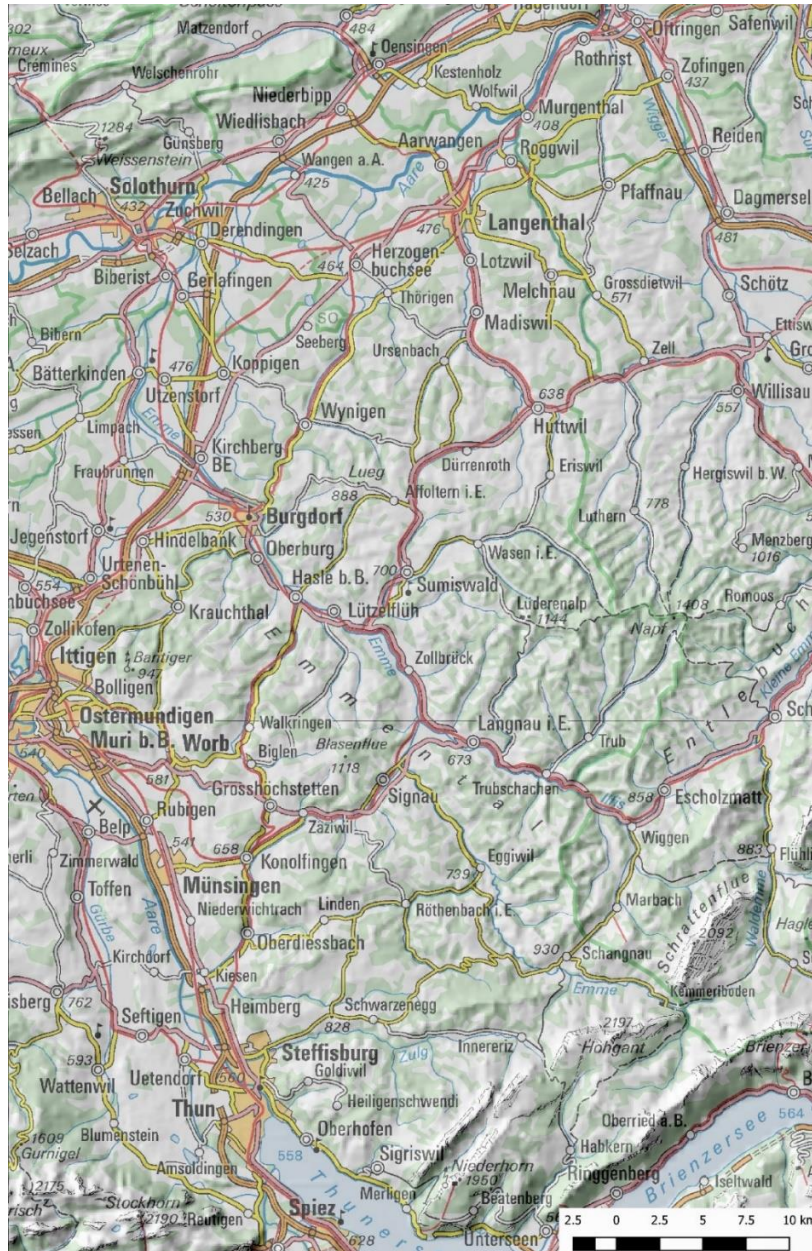


Abb. 3. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich vom Flachland-Bereich der Kantone Bern, Solothurn und Aargau bis hin zu den ersten Gebirgszügen nördlich des Brienz- und Thunersees im Kanton Bern. (Kartengrundlage © Swisstopo)

Datengrundlage

Weil Rothirsche nur sehr schwierig zu beobachten sind, und weil sie sich gleichzeitig über besonders grosse Strecken verschieben können, wurde in erster Linie auf Informationen zu 7 GPS-besenderten und farbmarkierten Tieren abgestützt. Einerseits wurden die räumlichen Bewegungen der jeweiligen Rothirsch-Individuen im Jahresverlauf analysiert, wodurch konkrete Detailkenntnisse zur Nutzung saisonaler Einstände, als auch zu Verbindungen zu benachbarten Rothirsch-Vorkommen gewonnen wurden. Andererseits wurden diese besenderten Tiere aber ebenso dazu verwendet, um die Rudelverbände, in denen sie sich aufhielten, während der Nacht aufzuspüren, um so an weiterführende Informationen zur Gruppengrösse und -zusammensetzung zu gelangen.

Schliesslich wurden ebenfalls weitere Informationsquellen beigezogen. Zum einen wurden Ergebnisse der Scheinwerfer-Zählungen der Kantone berücksichtigt, zum anderen auch Nachweise von Fotofallenaufnahmen, sowie Meldungen zu Zufallsbeobachtungen oder Fallwild.

GPS-Besenderung und Markierung von Rothirschen

Die 7 Rothirsche wurden alle mittels Distanzimmobilisation im Winterhalbjahr in den Monaten Januar bis März gefangen. Dazu wurden sie mit künstlichen Futterquellen (wie Futterrüben, Heu) an für den Einfang geeignete Orte gelockt. Alle Tiere wurden aus kurzer Distanz mit einem Narkosepfeil beschossen. Zur Anwendung kam ein ferngesteuertes Kaltgas-Narkosegewehr, dem MICS (Ryser et al. 2005). Als Narkosemittel wurde ein Gemisch aus Xylazin und Zoletil verwendet. Details zum Einfang können den verschiedenen Berichten entnommen werden (Willisch 2016b, 2017; Willisch et al. 2013; Willisch, Marreros, & Bieri 2011).

Die gefangenen Rothirsche wurden mit GPS-Halsbändern der Firma Vectronic ausgerüstet (Typen: GPS Pro light-3 und GPS Pro light-4, Vertex Plus). Ein Überblick über den Zeitraum und die Menge der erhobenen Daten, sowie Informationen zur Genauigkeit der GPS-Lokalisationen ist für jeden Rothirsch in der Tabelle 1 zusammengestellt. Prinzipiell wurden für jedes Individuum sämtliche GPS-Lokalisationen unabhängig ihrer Genauigkeit für die Analysen verwendet, wobei durch ein vorgängiges Daten-Screening offensichtlich fehlerhafte Lokalisationen zuvor bereits eliminiert worden waren (Stache et al. 2012). Mit zunehmenden DOP (englisch: dilution of precision) schwindet die Genauigkeit. Der mittlere DOP der verwendeten Lokalisationen liegt für alle Tiere zwischen 3.0 und 4.0. Der maximale DOP bei welchem noch Koordinaten errechnet wurden beträgt 25.0. Gemäss dem Hersteller Vectronic liegt die Präzision bei einem DOP-Wert <10 unter 5 m. Je nach Tier trifft dies auf 97.4 % (Yano) bis 99.7 % (Sipe) der Lokalisationen pro Individuum zu. In einer Evaluationsstudie zur Präzision von GPS-Halsbändern desselben Herstellers zeigten (Stache et al. 2012), dass die mittlere Abweichung der erhaltenen Lokalisationen vom tatsächlichen Standort in bewaldeten Habitaten bei rund 16 ± 26 m liegen dürfte. Im Offenland wird sie deutlich tiefer sein. Angesichts der generell hohen Mobilität von Rothirschen und der bestehenden Fragestellungen kann davon ausgegangen werden, dass die Genauigkeit der ermittelten Lokalisationsdaten im Rahmen dieser Studie gesamthaft hinreichend genau ist.

Tab.1: Informationen zu den GPS-Lokalisationen der 7 im Studiengebiet gefangenen Rothirsche. Angegeben sind Zeitraum, Laufdauer (in Tagen) und Anzahl der verwendeten GPS-Lokalisationen, sowie Angaben zu deren mittleren Präzision (DOP) in Abhängigkeit der Tagesperiode (Tag vs. Nacht) und zusammengefasst für den gesamten Datensatz (Gesamt).

Individuen	Geschlecht	Start	Ende	Dauer	Anzahl Positionen			DOP			Anteil
					Tag	Nacht	Gesamt	Tag	Nacht	Gesamt	DOP < 10
Ardy	M	27.02.2011	24.10.2011	239	4005	4840	8845	4.1 ± 2.2	3.9 ± 2.1	4.0 ± 2.2	98.6%
Bajo	M	07.03.2016	03.04.2017	392	5746	9132	14878	3.2 ± 1.5	3.0 ± 1.6	3.1 ± 1.5	99.6%
Joba	F	14.03.2016	27.08.2018	896	9579	14911	24490	3.0 ± 1.5	2.9 ± 1.6	3.0 ± 1.5	99.6%
Kaja	F	05.02.2017	26.08.2018	567	6205	10092	16297	3.8 ± 1.8	3.6 ± 1.6	3.7 ± 1.6	99.6%
Sipe	M	03.03.2017	29.08.2018	544	7733	11559	19292	3.7 ± 1.6	3.3 ± 1.5	3.4 ± 1.5	99.7%
Wika	F	08.03.2013	12.10.2014	583	6445	9798	16243	4.0 ± 2.2	3.5 ± 1.9	3.7 ± 2.1	98.8%
Yano	M	20.02.2013	08.07.2013	138	2473	2790	5263	4.0 ± 2.7	3.8 ± 2.3	3.9 ± 2.5	97.4%
MW ± SD				480 ± 251	6027 ± 2329	9017 ± 4066	15044 ± 6382	3.7 ± 0.4	3.4 ± 0.4	3.5 ± 0.4	99.0 ± 0.8%

Rekonstruktion der Bestände und Gruppenzusammensetzung

Um die minimalen Bestände der untersuchten Teilpopulationen zu bestimmen, wurden sämtliche Beobachtungen in diesen Regionen beigezogen. Als Grundlage dienten sowohl Zufallsbeobachtungen wie auch systematisch erhobene Nachweise. Unter letztere Kategorie fielen einerseits die Scheinwerfersuchen der Kantone Bern und Solothurn, wie auch das gezielte Aufsuchen der besenderten Individuen im Mittelland.

Dieselben Informationen wurden zudem genutzt, um Grösse und Zusammensetzung der Rothirsch-Gruppen im Mittelland zu bestimmen. Über den Nachweis von Jungtieren im Rahmen dieser Beobachtungen konnten schliesslich auch wichtige Hinweise zur Fortpflanzung im Mittelland gewonnen werden.

Mortalität

Zur Erfassung der Mortalität im Mittelland wurden die Fallwild-Meldungen der Wildhut und Jägerschaft der Kantone Bern und Solothurn berücksichtigt. Neben Orts- und Zeitangaben wurden Informationen zur Todesursache, sowie Angaben zum Geschlecht und zur Alterskategorie der Tiere gesammelt.

Räumliche Wahl der Einstände

Um einen Überblick zu den saisonalen Einständen zu erhalten, wurden in erster Linie die GPS-Lokalisationen der besenderten Rothirsche verwendet. Lagen von gefangenen und markierten Tieren Nachweise (Beobachtungen, Fotofallenbilder) vor, nachdem sie ihr GPS-Halsband verloren haben, so wurden diese situativ ebenfalls verwendet.

Verschiebung der Tageseinstände und Streifgebietsgrössen

Im Hinblick auf das räumliche Verhalten der Rothirsche wurde untersucht über welche Distanzen sich die Rothirsche von einem Tag auf den nächsten verschieben und wie gross ihre Streifgebiete im Jahresverlauf sind. Die ermittelten Werte für die Rothirsche im Mittelland wurden mit jenen von 8 Voralpen-Rothirschen verglichen. Weiterführende Informationen zum Raumverhalten der Voralpen-Rothirsche sind dem Bericht (Willisch et al. 2012) zu entnehmen.

Verschiebung zwischen Tageseinständen

Die Bewegungsmuster der Rothirsche beim Aufsuchen ihrer Tageseinstände wurden räumlich untersucht, indem die Distanzen (unter Berücksichtigung der Aufenthaltshöhe) zwischen ihren Einständen an aufeinanderfolgenden Tagen berechnet wurden. Pro Rothirsch lagen für jeden Tag mehrere GPS-Positionen vor. Aus diesem Grund wurde pro Tier jeweils dessen mittlerer Aufenthaltsort basierend auf den vorliegenden Positionen bestimmt. Verwendet wurden dazu alle Lokalisationen zwischen 10:00 Uhr bis 15:59 Uhr UTC.

Ermittlung der Streifgebietsgrösse

Als Methode zur Ermittlung der Streifgebiete der Rothirsche wurde die *Biased-Random-Bridge-Kernel-Methode* (BRBK) verwendet. Anders als die klassischen Kernel-Methoden (Worton 1989), welche von voneinander unabhängigen Lokalisationsdaten ausgehen, beruht die BRBK-Methode auf bewegungsbasierten Daten (Benhamou & Cornéris 2010; Benhamou 2011). Vereinfacht heisst das, dass die Abfolge der Lokalisationen, also die Verschiebung der Rothirsche, mitberücksichtigt wird bei der Berechnung der Streifgebiete. Dies führt zu deutlich realistischeren Streifgebieten als dies mit den klassischen Kernel-Methoden oder auch der Minimum-Konvex-Polygon-Methode möglich wäre. Letztere schliessen oftmals weite Bereiche in die Streifgebiete ein, die durch die Tiere überhaupt nie begangen worden sind. Schliesslich kann basierend auf der BRBK-Methode mittels Kernel-Berechnung die Dichteverteilung für die Streifgebietenutzung (die sogenannte Utilization-Distribution UD) ermittelt werden (Benhamou 2011). Die Streifgebiete mittels BRBK-Methode wurden für sämtliche Rothirsche im Ganzjahresverlauf und für die verschiedenen Jahreszeiten berechnet. Die Analyse der räumlichen Daten erfolgte unter Verwendung der Software R (Version 3.1) mit dem «*adehabitatHR*» Package (Calenge 2015). Zur Visualisierung wurde QGIS 3.2.2 verwendet.

3. Resultate

Rothirsch-Vorkommen

Aufgrund der Daten liessen sich im Studiengebiet drei räumlich getrennte Rothirsch-Vorkommen unterscheiden: Kirchberg-Härkingen, Burgdorf-Krauchthal und Rothrist-Murgenthal. Der Hauptfokus der Arbeiten lag auf der Region Kirchberg-Härkingen, weshalb für dieses Gebiet auch die meisten Informationen zu Rothirschen vorlagen. Hiernach werden die drei Vorkommen näher charakterisiert.

Kirchberg-Härkingen

Die Entwicklung der Rothirsche in dieser Region wurde im Rahmen des Rothirsch-Mittelland-Projekts bereits ab 2010-11 verfolgt (Tab. 2). Es zeigte sich, dass das Vorkommen sowohl männliche wie auch weibliche Rothirsche mit Jungtieren umfasste. Der minimal festgestellte Bestand belief sich in den vergangenen Jahren (zumeist während dem Winterhalbjahr registriert) zwischen 2010/11 und 2017/18 auf jeweils rund 10-16 Rothirsche. Weibliche Tiere > 1-jährig konnten jeweils mindestens 4 und maximal 7 nachgewiesen werden, bei den Jungtieren waren es alljährlich 1-4. In der Tendenz schien das Kahlwild v.a. in den beiden letzten Jahren etwas zugelegt zu haben (Abb. 4). In der letzten Saison konnten zweimal 11 Stück beisammen beobachtet werden. Betrachtet man die Entwicklung der männlichen Rothirsche, so konnten im selben Zeitraum alljährlich jeweils mindestens 4-7 Stiere gezählt werden (Abb. 5), wobei sowohl junge (teils Spiesser) als auch ältere Exemplare darunter waren.

Während nie ganz auszuschliessen war, dass sich neben den beobachteten Rothirschen ebenfalls andere Individuen zumindest zeitweise in derselben Region aufhielten, so kann doch gesagt werden, dass besonders das Kahlwild recht gut erfasst worden war. So ergab sich auch während den Fangphasen, in denen intensiv nach Rothirschen gesucht wurde, nie der Verdacht, dass noch ein weiteres Kahlwild-Rudel in der Region umherstreifen könnte, als das bereits registrierte und per GPS-Telemetrie überwachte. Anders präsentierte sich hingegen die Situation bei den männlichen

Rothirschen. Weil diese oft einzelgängerisch oder in kleineren Gruppen unterwegs waren, waren sie schwieriger zu erfassen. So ist bei diesen eher zu erwarten, dass neben den minimal beobachteten Rothirschen noch ein paar weitere (zumindest zeitweise) in der Region ansässig waren. Im Grossen und Ganzen deuten aber auch hier die Beobachtungen und der Abgleich von Fotofallenbildern daraufhin, dass es oftmals dieselben Individuen waren, die an mehreren Orten gesichtet wurden.

Tab. 2: Entwicklung der Rothirsche in der Region Kirchberg-Härkingen zwischen 2010/11 bis 2017/18. Die Angaben entsprechen festgestellten Minimalzahlen an Rothirschen je Geschlechts- und Alterskategorie.

Zeitraum	Kahlwild (Kühe, Kälber)	Männliche Hirsche
Winter 2011/12	5-7 (4-5 Kühe, 1-2 Kälber)	7
Winter 2012/13	7-8 (5-6 Kühe, 2 Kälber)	6
Winter 2013 /14	8 (6 Kühe, 2 Kälber)	4
Frühjahr 2016:	7 (mind. 2 Kühe, 1 Kalb)	7 (davon 2 Spiesser)
Herbst 2016:	6 (4 Kühe, 2 Kälber)	4 (davon 1 Spiesser)
Winter 2016/17	8 (mind. 3 Kühe, 1 Kalb)	6 (davon 2 Spiesser)
Frühjahr 2017	9	-
Herbst 2017	8-10 (4-6 Kühe, 4 Kälber)	2 (davon 1 Spiesser)
Winter 2017/2018	11 (7 Kühe, 4 Kälber)	5 Total, davon 1 Spiesser

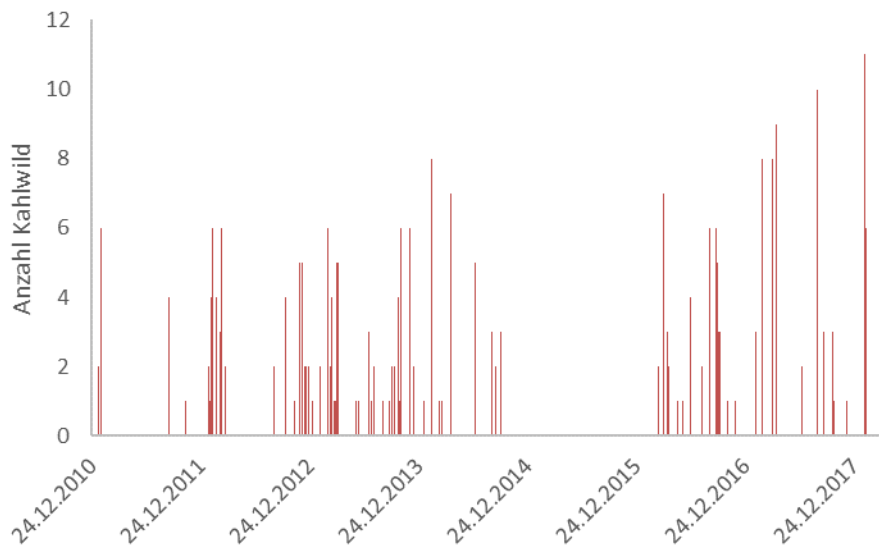


Abb. 4. Minimal nachgewiesene Anzahl an Kahlwild (Kühe, Kälber) im Raum Kirchberg-Härkingen zwischen 2010 und 2018.

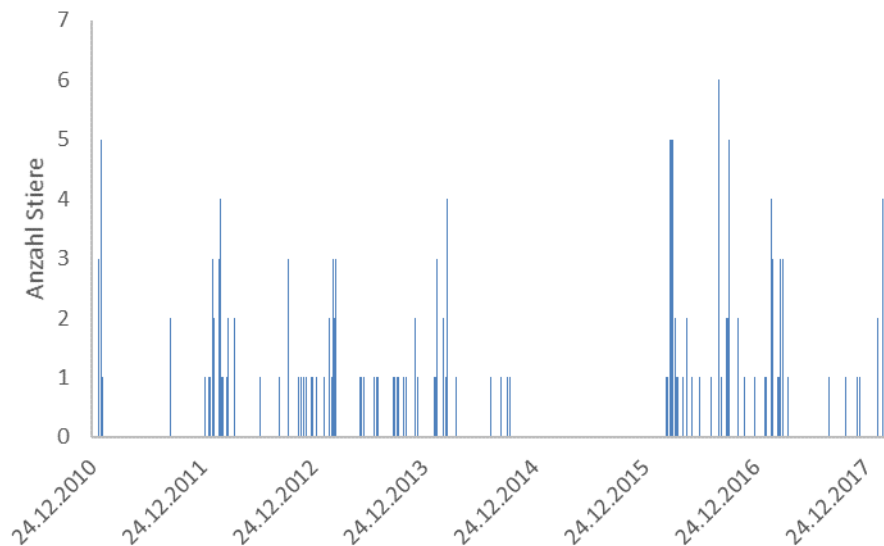


Abb. 5. Minimal nachgewiesene Anzahl an Stieren (Spiesser und Mehrender-Stiere) im Raum Kirchberg-Härkingen zwischen 2010 und 2018.

Burgdorf-Krauchthal

Das Rothirsch-Vorkommen in der Region Burgdorf-Krauchthal wurde erst beginnend mit den Fangversuchen im Winter 2016/17 genauer angeschaut. Es konnten zu jener Zeit zunächst 11 Kahlwild (wovon mind. 2 Kälber) und mindestens 5 Stiere (wovon 3 Spiesser) gezählt werden. Im Jahr darauf wurden minimal 24 Rothirsche registriert. Davon konnten 11 als Kühe, 6 als Kälber und 6 als männliche Rothirsche (wovon 1 Spiesser) erkannt werden (Tab. 3). Insgesamt dürften sich im Raum Burgdorf-Krauchthal also minimal um die 20-25 Rothirsche aufgehalten haben.

Tab. 3: Entwicklung der Rothirsche in der Region Burgdorf-Krauchthal zwischen Herbst 2016 und Winter 2017/18. Die Angaben entsprechen festgestellten Minimalzahlen an Rothirschen je Geschlechts- und Alterskategorie.

Zeitraum	Kahlwild (Kühe, Kälber)	Männliche Hirsche
Herbst 2016	6 (4 Kühe, 2 Kälber)	1
Winter 2016/2017	11 (mind.2 Kälber)	5 (davon 3 Spiesser)
Herbst 2017	17 (11 Kühe, 6 Kälber)	6 (davon 1 Spiesser)
Winter 2017/2018	Total mind. 24 Hirsche	

Rothrist-Murgenthal

Rothirsche in der Region Rothrist-Murgenthal wurden nur im Herbst 2017 anlässlich der gezielten Überwachung des Sendertieres Kaja beobachtet. Während zwei Beobachtungsnächten konnten minimal 10 Kahlwild gezählt werden, wovon mindestens 2 Kälber und 3 Kühe waren. Zudem wurde auch Bajo (nach dem Abfall seines GPS-Halsbands) in derselben Region mittels eines Fotofallenachweises registriert.

Aufgrund dessen, dass das Rothirsch-Vorkommen in der Region Rothrist-Murgenthal nicht Teil des eigentlichen Projektperimeters war, in dem gezielt auch Fänge, geplant waren, wurde hier keine

systematische Erfassung der Rothirsch-Nachweise angestrebt. Entsprechend war uns nicht bekannt, inwiefern noch weitere Rothirsche diesen Lebensraum nutzten und wie sich die dortigen Bestände in der Vergangenheit entwickelten.

Gruppengrösse und Reproduktion

Wie in der Abbildung 6 zu sehen ist, waren die grössten Rothirsch-Ansammlungen im Mittelland ab November bis April zu beobachten. Das Kahlwild hielt sich das Jahr über häufig in grösserer Zahl zusammen auf. Stiere waren demgegenüber öfters in kleineren Verbänden mit 3-4 Individuen unterwegs.

Wie den Angaben zu den Beständen oben zu entnehmen ist, konnte in allen drei Rothirsch-Vorkommen im zentralen Schweizer Mittelland Reproduktion nachgewiesen werden. In der Region Kirchberg-Härkingen waren es alljährlich um die 1-4 Kälber (Tab. 2). Bezogen auf die Anzahl anwesender Kühe ergab das ein Kalb/Kuh-Verhältnis von 0.2 bis 0.57 je nach Jahr. In der Region Burgdorf-Krauchthal waren es 2016/17 6 Kälber auf 11 Kühe, was einem Kuh/Kalb-Verhältnis von 0.54 entsprach (Tab. 3). Für die Region Rothrist-Murgenthal konnte das Verhältnis leider nicht bestimmt werden, da nicht alle Mitglieder des Kahlwildrudels auf ihre Altersklasse angesprochen werden konnten. Minimal wurden dort aber 2 Kälber identifiziert, wobei davon auszugehen ist, dass es mehr waren.

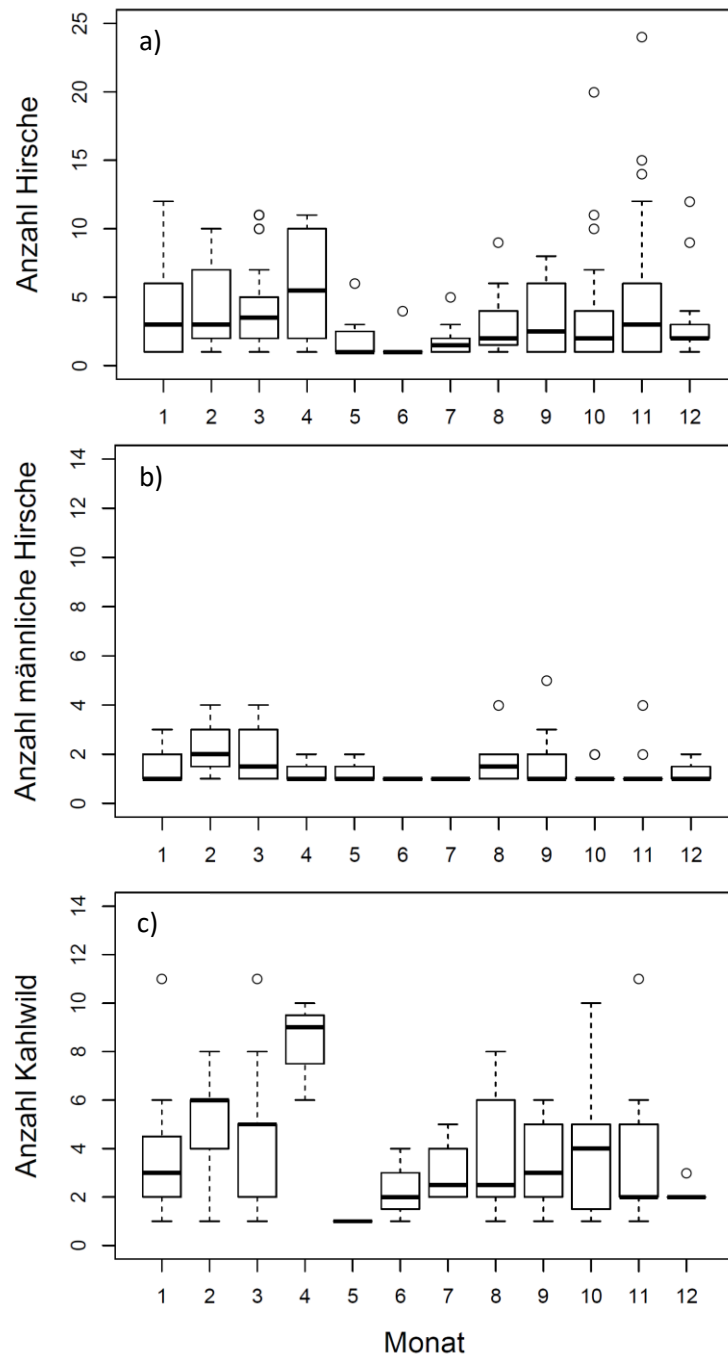


Abb. 6. Grösse der beobachteten Rothirsch-Ansammlungen. Gesamtanzahl an Rothirschen die gleichzeitig an einem Ort beobachtet werden konnten (a), Anzahl Stiere, welche zusammen waren (b) und Anzahl weiblicher Rothirsche mit Jungtieren (c).

Rothirsch-Abgang im Mittelland

Für die beiden Gebiete Kirchberg-Härkingen und Burgdorf-Krauchthal wurden Angaben zu Kollisionen, Hegeabschüssen usw. basierend auf Meldungen der Wildhut seit dem Herbst 2015 bis Ende 2018 zusammengetragen.

In der Teilregion Kirchberg-Härkingen wurden in diesem Zeitraum total 27 Abgänge registriert (2015: 6, 2016: 7; 2017: 9 und 2018: 5; Tab. 4). Hinzu kamen weitere 4 Hirsche, die angefahren aber nicht gefunden wurden bzw. auf der Nachsuche nicht erlegt werden konnten. Ihr Verbleib/Schicksal war somit ungewiss.

Im selben Zeitraum wurden in der Teilregion Burgdorf-Krauchthal total 4 Abgänge registriert (2015: 0, 2016: 0; 2017: 2 und 2018: 2; Tab. 4). Weitere 2 Hirsche wurden angefahren aber nicht gefunden. Dementsprechend war ihr Verbleib/Schicksal ebenfalls ungewiss.

Tab. 4. Zusammenstellung des registrierten Rothirsch-Abgänge in den Regionen Kirchberg-Härkingen und Burgdorf-Krauchthal zwischen 2015 und 2018 aufgeschlüsselt nach Kategorie.

Region	Jahr	Kalb	Kuh	Spiesser	Stier	Gesamt
Kirchberg-Härkingen	2015	3	2	1	-	6
	2016	1	1	-	5	7
	2017	2	-	1	6	9
	2018	1	2	-	2	5
Total		7	5	2	13	27
Burgdorf-Krauchthal	2015	-	-	-	-	-
	2016	-	-	-	-	-
	2017	-	-	1	1	2
	2018	-	-	-	2	2
Total		0	0	0	3	4

Kollisionen mit Motorfahrzeugen und Bahn waren die Hauptursache für die Abgänge im Mittelland (Tab. 5). Von 31 Fällen mit tödlichem Ausgang hatten deren 23 als direkte Ursache Kollisionen. Von den übrigen 8 Fällen waren zudem 4 als Hegeabschüsse aufgeführt, bei denen verwaiste Kälber als Folge tödlicher Kollisionen ihrer Muttertiere erlegt wurden. Von den übrigen 4 Rothirschen wurden 2 Stiere verendet aufgefunden, 1 Hirschkuh war ein Fehlabschuss eines Jägers (Verwechslung mit Reh) und 1 Stier ging infolge einer Schussverletzung ein und wurde in einem Wehr bei Wynau in der Aare geborgen.

Tab. 5. Zusammenstellung der Mortalitätsursachen in den Regionen Kirchberg-Härkingen und Burgdorf-Krauchthal zwischen 2015 und 2018.

Ursachen	Anzahl Abgänge	Anteil
Kollisionen	23	74%
Hegeabschüsse Kälber nach Kollisionen	4	13%
Verendet aufgefunden	2	6%
Fehlabschuss	1	3%
Wilderei (verendet)	1	3%
Total	31	100%

Bezogen auf das GV und Alterszusammensetzung der genannten Fälle konnten 7 Kälber (23%), 5 Kühe (16%) und 19 männliche Hirsche über 1-jährig (61%) gezählt werden (Tab. 6). Geht man von einem Bestand von rund 15-20 Hirschen in der Region Kirchberg-Härkingen aus, so machten die registrierten tödlichen Abgänge in dieser Region pro Jahr rund 35-45% aus, je nach dem was man als Referenzwert für den Bestand annimmt. Im Vergleich dazu betragen die tödlichen Abgänge in der Region Burgdorf-Krauchthal, wo sich rund 20-25 Rothirsche aufhielten, bloss um die 5-7% pro Jahr.

Tab. 6. Zusammenstellung der verstorbenen Rothirsche nach Kategorie in den Regionen Kirchberg-Härkingen und Burgdorf-Krauchthal zwischen 2015 und 2018

Kategorie	Anzahl	Anteil am Gesamtabgang
Kalb	7	23%
Kuh	5	16%
Spiesser/Stier	19	61%
Total	31	100%

In der Region Kirchberg-Härkingen lag der jährliche Abgang von 5-9 Hirschen in den Jahren 2015-2018 (siehe Tab. 4) deutlich über dem jährlich beobachteten Zuwachs von 1-4 Kälbern (Tab. 2). Die Abgänge konnten also nicht durch den gebietseigenen Nachwuchs kompensiert werden. Wie aus der Tabelle 7 schliesslich zu entnehmen ist, betrug der durchschnittliche Abgang an Kühen (weibliche Tiere > 1-jährig) pro Jahr 23% (Streuung 0-40%).

Tab. 7. Abgang weiblicher Hirsche >1jährig am deren Bestand in der Region Kirchberg-Härkingen.

Jahr	Bestand weibl. Hirsche >1-jährig	Abgang	Abgang am Bestand
2015	5	2	40%
2016	4	1	25%
2017	4	0	0%
2018	7	2	29%
Mittelwert			23%

Raumverhalten der Rothirsche

Distanz zwischen Tageseinständen

Je nach Individuum, Region (Mittelland vs. Voralpen) und Jahreszeit, existierten in den räumlichen Abständen zwischen aufeinanderfolgenden Tageslagern der besenderten Rothirsche erhebliche Unterschiede (Tab. 8). Trotz individueller Eigenheiten zeigte sich, dass die Rothirsche im Mittelland ihre Aufenthaltsorte von einem Tag auf den nächsten insgesamt über eine grössere Strecke verlegten als dies die Rothirsche in den Voralpen taten. So wiesen die Mittelland-Rothirsche über das gesamte Jahr eine mittlere Distanz zwischen aufeinanderfolgenden Tageslagern von 1.13 ± 0.42 km auf, während die Einstände bei Voralpen Rothirschen im Mittel um 0.77 ± 0.22 km auseinanderlagen (Tab. 9). Kürzere nächtliche Einstandswechsel waren unter den Mittelland-Rothirschen insbesondere

in den Sommermonaten von Mai bis August zu verzeichnen, wie auch im Februar (Spannbreite der durchschnittlichen Verschiebungen: 0.63 – 0.96 km). Eher grössere Verschiebungen traten v.a. während dem Frühjahr in den Monaten März-April auf und dann später im Herbst von September bis November und im Winter im Januar (Spannbreite der durchschnittlichen Verschiebungen: 1.27 – 1.75 km). Die Verlagerung der Tageseinstände erfolgte bei den Rothirschen in den Voralpen ebenfalls während des Sommers von Juni bis September über eher kürzere Distanzen (Spannbreite der durchschnittlichen Verschiebungen: 0.52 – 0.68 km), während sie sich von Oktober bis November und dann im April über deutlich grössere Strecken verschoben (Spannbreite der durchschnittlichen Verschiebungen: 0.91 – 1.1 km).

Tab 8. Zusammenfassung der Mixed Effects Model Analyse der Abstände zwischen aufeinanderfolgenden Tageseinständen der Rothirsche im Mittelland (ML) und jener in den Voralpen (VA) ($N_{\text{Obs}} = 8685$, $N_{\text{Ind}} = 15$). Im Modell wurde das Individuum als Random Effekt integriert.

Parameter	df	F-Wert	p-Wert
Intercept	1, 8648	115.8	< 0.0001
Monat	11, 8648	30.3	< 0.0001
Region (ML vs. VA)	1, 13	4.75	0.048
Monat x Region	11, 8648	5.06	< 0.0001

Tab. 9. Mittlere Distanzen (in m, MW \pm SD) zwischen aufeinanderfolgenden Tageseinständen pro Monat für die verschiedenen Rothirsch-Individuen im Mittelland (ML) und in den Voralpen (VA) (gelb eingefärbt: Mittelwert > Monatsdurchschnitt aller Individuen).

Region	ID	Geschl.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Durchschnitt	
ML	Joba	w	867 \pm 928	1437 \pm 1596	1174 \pm 2316	640 \pm 1827	453 \pm 759	349 \pm 565	664 \pm 721	302 \pm 390	685 \pm 662	1858 \pm 3255	1502 \pm 2592	967 \pm 775	844 \pm 1621	
ML	Kaja	w	167 \pm 160	236 \pm 357	637 \pm 1273	753 \pm 1562	433 \pm 296	264 \pm 216	162 \pm 162	262 \pm 183	294 \pm 271	1382 \pm 3160	847 \pm 1071	1437 \pm 3430	563 \pm 1481	
ML	Wika	w	2280 \pm 3616	716 \pm 784	1676 \pm 2961	2038 \pm 3542	1275 \pm 2206	880 \pm 873	1165 \pm 1052	1386 \pm 1004	1301 \pm 1138	1123 \pm 1132	1903 \pm 3585	578 \pm 668	1362 \pm 2154	
ML	Ardy	m			1146 \pm 970	3089 \pm 4296	1458 \pm 2072	1600 \pm 2126	694 \pm 869	737 \pm 1108	2162 \pm 3746	3301 \pm 6724			1721 \pm 3272	
ML	Bajo	m	1782 \pm 1424	1340 \pm 1178	1512 \pm 1315	1754 \pm 1823	1240 \pm 1216	1406 \pm 1447	687 \pm 587	1252 \pm 1310	2853 \pm 2662	2176 \pm 2128	1088 \pm 1178	1177 \pm 871	1522 \pm 1585	
ML	Sipe	m	1635 \pm 2965	831 \pm 1314	1569 \pm 2208	1133 \pm 1707	896 \pm 1005	484 \pm 538	438 \pm 556	679 \pm 1198	600 \pm 860	648 \pm 834	1273 \pm 839	1120 \pm 1131	907 \pm 1429	
ML	Yano	m		1658 \pm 662	1197 \pm 1167	1169 \pm 1137	948 \pm 797	631 \pm 809	600 \pm 594						974 \pm 987	
Mittel ML			1346 \pm 831	936 \pm 555	1273 \pm 352	1511 \pm 859	957 \pm 401	802 \pm 522	630 \pm 303	770 \pm 468	1316 \pm 1003	1748 \pm 932	1322 \pm 404	1056 \pm 316	1128 \pm 415	
VA	Hota	w	992 \pm 793	762 \pm 664	802 \pm 501	1259 \pm 1121	975 \pm 1460	902 \pm 557	1011 \pm 711	1109 \pm 724	978 \pm 1498	1973 \pm 2071	1104 \pm 1436	1199 \pm 1185	1074 \pm 1124	
VA	Kata	w	630 \pm 572	631 \pm 852	697 \pm 612	1104 \pm 1509	975 \pm 1320	308 \pm 504	452 \pm 417	435 \pm 489	414 \pm 483	728 \pm 1316	979 \pm 1838	688 \pm 714	672 \pm 1033	
VA	Lola	w	535 \pm 628	558 \pm 879	625 \pm 719	1497 \pm 1987	837 \pm 887	594 \pm 638	589 \pm 510	676 \pm 877	568 \pm 746	1257 \pm 2002	648 \pm 806	398 \pm 511	736 \pm 1097	
VA	Luna	w	450 \pm 282	317 \pm 197	489 \pm 359	567 \pm 504	425 \pm 291	276 \pm 209	344 \pm 272	383 \pm 259	425 \pm 400	472 \pm 360	593 \pm 569	534 \pm 492	436 \pm 375	
VA	Regina	w	563 \pm 649	532 \pm 653	545 \pm 578	754 \pm 831	760 \pm 587	575 \pm 466	670 \pm 659	338 \pm 273	267 \pm 219	546 \pm 451	405 \pm 487	632 \pm 578	563 \pm 594	
VA	Rowa	w	488 \pm 367	537 \pm 422	918 \pm 688	1312 \pm 1128	858 \pm 995	315 \pm 348	297 \pm 362	459 \pm 612	822 \pm 1279	683 \pm 1158	700 \pm 719	635 \pm 620	663 \pm 837	
VA	Zaja	w	968 \pm 712	1237 \pm 1501	976 \pm 1373	1072 \pm 1480	1060 \pm 1700	611 \pm 742	493 \pm 365	608 \pm 684	1191 \pm 1779	583 \pm 698	1039 \pm 1099	897 \pm 643	872 \pm 1196	
VA	Scotch	m	1340 \pm 1277	453 \pm 453	501 \pm 295						306 \pm 430	577 \pm 756	1877 \pm 2362	1734 \pm 1777	905 \pm 530	1068 \pm 1412
Mittel VA			757 \pm 299	639 \pm 262	723 \pm 197	1097 \pm 303	844 \pm 194	519 \pm 211	555 \pm 223	550 \pm 248	676 \pm 301	1032 \pm 574	909 \pm 389	741 \pm 237	770 \pm 216	
Mittel-Gesamt			848 \pm 1353	723 \pm 986	957 \pm 1446	1209 \pm 1922	865 \pm 1244	573 \pm 803	581 \pm 639	631 \pm 810	842 \pm 1429	1171 \pm 2254	983 \pm 1593	779 \pm 1069	846 \pm 1386	

Streifgebietsgrösse der Rothirsche im Mittelland

Die Streifgebiete der Rothirsche im Mittelland waren je nach Individuum und Jahreszeit unterschiedlich gross (Tab. 10). Im Sommer und im Winter waren sie generell kleiner (durchschnittlich 7.3 km² bzw. 10.7 km²) als im Frühjahr und Herbst (durchschnittlich 20.5 km² bzw. 18.8 km²). Die Unterschiede in den begangenen Flächen waren zu einem Grossteil davon abhängig, ob die einzelnen Individuen zwischen verschiedenen Regionen migrierten (Abb. 7). Besonders kleinräumig hielt sich Kaja, während des Sommers auf. Ihr Streifgebiet war zu dieser Jahreszeit kleiner als 1 km².

Zum Vergleich sind in der Tabelle 10 ebenfalls die Streifgebietsgrössen der Rothirsche aus den westlichen Voralpen zusammengestellt. Dabei zeigt sich, dass die Ganzjahres-Streifgebiete dieser Tiere gesamthaft etwa einen Drittel kleiner waren als jene der Mittelland-Rothirsche (durchschnittlich 18.0 km² vs. 27.7 km²). Auch die saisonalen Streifgebiete waren über alle Tiere gesehen erheblich kleiner. Die Differenz beträgt je nach Jahreszeit rund 30-50%. Allerdings existierten auch innerhalb der Voralpen-Rothirsche wesentliche Unterschiede zwischen den Individuen.

Tab. 10. Streifgebietsgrössen der GPS-besenderten Rothirsche im zentralen Schweizer Mittelland (ML) und jener in den westlichen Schweizer Voralpen (VA). Angegeben sind die 95% Kernel-Flächen basierend auf der Biased random bridge Kernel-Methode (km²).

Region	ID	Geschl.	Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Ganzjahr
ML	Joba	f	21.8	6.4	23.2	13.3	29.1
ML	Kaja	f	6.9	0.7	10.4	6.6	13.9
ML	Wika	f	28.9	15.6	17.0	13.3	31.8
ML	Ardy	m	27.5	7.9	32.1	3.8	34.5
ML	Bajo	m	21.1	8.9	21.8	14.6	25.3
ML	Sipe	m	27.2	5.1	8.5	17.2	31.4
ML	Yano	m	10.1	6.6	- ^a	5.9	10.7 ^a
MW ± SD			20.5 ± 8.7	7.3 ± 4.5	18.8 ± 8.8	10.7 ± 5.1	27.7 ± 7.4^a
VA	Hota	f	14.2	7.4	15.1	8.8	21.4
VA	Kata	f	24.0	3.0	9.0	6.7	16.3
VA	Lola	f	29.2	4.4	16.3	8.8	27.1
VA	Luna	f	5.5	1.3	5.1	3.6	6.6
VA	Regina	f	8.4	4.6	4.8	6.1	9.8
VA	Rowa	f	11.3	2.6	9.5	5.8	11.2
VA	Zaja	f	19.1	4.7	19.0	11.0	23.7
VA	Scotch	m	4.4	1.1	26.0	8.4	27.9
MW ± SD			14.5 ± 8.9	3.6 ± 2.1	13.1 ± 7.3	7.4 ± 2.3	18.0 ± 8.2

^a Von Yano lagen für den Herbst, als er ins Voralpengebiet abwanderte, keine GPS-Daten vor. Sein Ganzjahres-Streifgebiet wurde aufgrund dessen, stark unterschätzt. Deshalb es wurde zur Ermittlung des Durchschnittswerts aller Mittelland-Rothirsche ausser Acht gelassen.

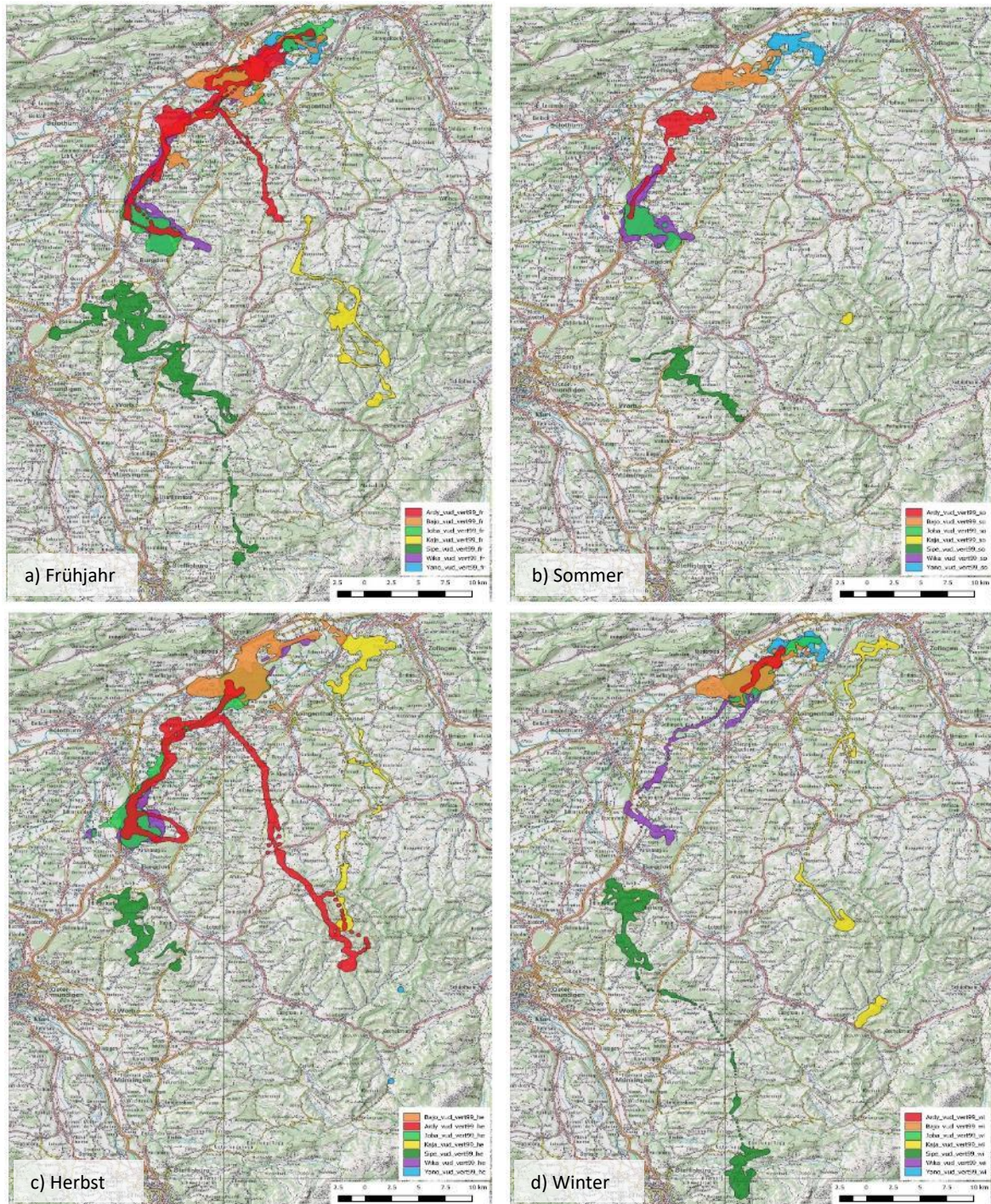


Abb. 7. Saisonale Streifgebiete der Rothirsche, welche im zentralen Schweizer Mittelland mit GPS-Sendern ausgerüstet wurden. Dargestellt sind die 99%-Kernflächen basierend auf der Biased-random-bridge-Kernel Methode: a) Frühjahr, b) Sommer, c) Herbst und d) Winter. (Kartengrundlage © Swisstopo)

Grossräumige Bewegungen der Rothirsche

Mittels der besenderten und markierten Tiere konnten grossräumige Einstandswechsel der Rothirsche im Mittelland und zu den südlichen Vorkommen im Emmental-/Voralpengebiet nachgewiesen werden. Die saisonalen Einstände basierend auf der Auswertung der GPS-

Lokalisationen der Rothirsche im Bereich des zentralen Schweizer Mittellands sind in der Abbildung 7 illustriert. Der zeitliche Verlauf ist zudem in der Tabelle 11 ersichtlich.

Die Zusammenstellung der individuellen Bewegungsdaten zeigt auf, dass es unter den Mittelland-Rothirschen, sowohl stationäre Tiere wie auch (saisonal) migrierende gab. Grossräumige Einstandswechsel zeigten demnach 6 der 7 Individuen. Wie aus der Tabelle 11 zu entnehmen ist, fanden die grossräumigen Einstandswechsel der Rothirsche im Mittelland und dem südlich gelegenen Emmental mehrheitlich in der Übergangszeit im Frühling und im Herbst statt. Vereinzelt vollzogen Individuen diese aber auch noch mitten im Winter respektive Sommer.

Hinsichtlich der grossräumigen Bewegungen wurden verschiedene Muster beobachtet, die hiernach anhand der besenderten Individuen erläutert werden.

Stationär im Mittelland: Der Stier Bajo hielt sich stationär im Längwald zwischen Wangen a.A. (BE) und Härkingen (SO) auf. Nach dem Abfall seines GPS-Halsbands, blieb er im Längwald (BE/SO), wurde aber dann ebenso mehrmals in der benachbarten Region von Murgenthal/Rothrist (AG) nachgewiesen.

Saisonale Migration innerhalb des Mittellands: Wika und Joba blieben immer im Mittelland. Sie verlegten ihre Einstände innerhalb des Flachlandbereichs im Frühjahr und Spätherbst/Winter aber grossräumig. Den Sommereinstand hatten sie in der Region Koppigen/Kirchberg (BE), den Wintereinstand im Längwald zw. Wangen a.A. (BE) und Härkingen (SO).

Stationär oder saisonale Migration innerhalb des Mittellands und Brunftwanderung ins Emmental/Voralpen-Gebiet: Ardy hatte seinen Wintereinstand im Längwald (BE/SO). Ab dem Frühjahr hielt er sich in der Region Subingen (SO) auf. Im Herbst (zu Brunftbeginn) zog er dann über die Region Koppigen (BE) schliesslich ins südlich gelegene Emmental bei Trubschachen (BE). Luftlinie lagen die Einstände im Längwald und Emmental rund 28 km auseinander. Ende Oktober wurde er dort schliesslich erlegt (Willisch et al. 2015). Der Stier Yano war vom Winter bis zum Herbst stationär zwischen Niederbipp (BE) und Härkingen (SO). Während zwei Jahren zog er im September über das Emmental Richtung Voralpen, bis in die Region der Schratzenfluh (BE/LU). Hier blieb er bis Dezember, ehe er in den Längwald im Mittelland (BE/SO) zurückzog. Seine Einstände im Mittelland und im oberen Emmental/Voralpen lagen über 50 km auseinander.

Saisonale Migration zwischen Mittelland / Emmental und Voralpen: Kaja wurde im Winter in Trubschachen im Emmental (BE) gefangen, hielt sich vom Frühjahr bis im Herbst extrem kleinräumig nördlich des Napfs (BE) auf. Im ersten Jahr zog sie im Oktober für ein paar Wochen ins Flachland, in die Region Murgenthal/Rothrist (AG), ehe sie im Dezember wiederum in die Napfregion (BE) zurückkehrte. Im zweiten Jahr vollzog sie ihren Wechsel ins Mittelland dann Ende September. Ein paar Wochen später wurde sie dort von einem Zug überfahren. Der Stier Sipe nutzte während seinem ersten Jahr sowohl die tiefgelegenen Flachland-Bereiche bei Burgdorf/Hindelbank/Krauchthal (BE) als auch die Hügelgebiete des unteren Emmmentals (BE). Während des Sommerhalbjahrs hielt er sich weiter südlich im mittleren Emmental auf. Im Herbst zog Sipe zurück in seinen Einstand bei Burgdorf/Hindelbank/Krauchthal (BE). Im zweiten Winter setzte er sich dann zum Jahreswechsel in die südlich gelegenen Voralpen östlich von Thun (BE) ab (Luftlinie 30 km). Hier blieb er bis Anfang März. Danach zog er wiederum zurück ins Mittelland bei Burgdorf/Hindelbank/Krauchthal (BE).

Vernetzung der Rothirsche im Mittelland und den südlichen gelegenen Vorkommen

In der Abbildung 8 ist dargestellt, wie die einzelnen Rothirsch-Vorkommen, welche im Rahmen dieser Studie erfasst wurden, basierend auf den Bewegungen der besenderten/markierten Individuen unter einander zusammenhängen. Demnach war der Austausch von Tieren innerhalb des Bereichs Kirchberg-Härkingen über die Verschiebungen der Rothirsche Wika, Joba, Ardy und Bajo dokumentiert. Die Feststellung, wonach Bajo zudem ebenfalls in der Region Rothrist-Murgenthal nachgewiesen wurde, bestätigte indes die Verbindung dieses Vorkommens mit jenem zwischen Kirchberg und Härkingen. Nicht nachgewiesen werden konnte ein Austausch an Individuen zwischen dem Vorkommen Kirchberg-Härkingen und jenem im Bereich Burgdorf-Krauchthal.

Die Vernetzung des Mittelland-Bereichs mit den südlich gelegenen Rothirsch-Vorkommen konnte schliesslich gleich mehrfach belegt werden. Über die Individuen Ardy und Yano ist der Austausch zwischen dem Vorkommen Kirchberg-Härkingen und dem Emmental bzw. dem Voralpen-Bereich dokumentiert. Durch Sipe ist erwiesen, dass die Rothirsche der Region Burgdorf-Krauchthal mit jenen in der Region östlich des Thunersees in Verbindung standen. Und schliesslich konnte durch Kaja aufgezeigt werden, dass auch zwischen dem Vorkommen Rothrist-Murgenthal ein Austausch mit dem südlich gelegenen Emmental existierte.

Die festgestellten Wanderungen erlaubten allerdings keine Aussagen darüber, inwiefern diese Routen von anderen Rothirschen genutzt wurden, und auch ob weitere Verbindungen bestanden.

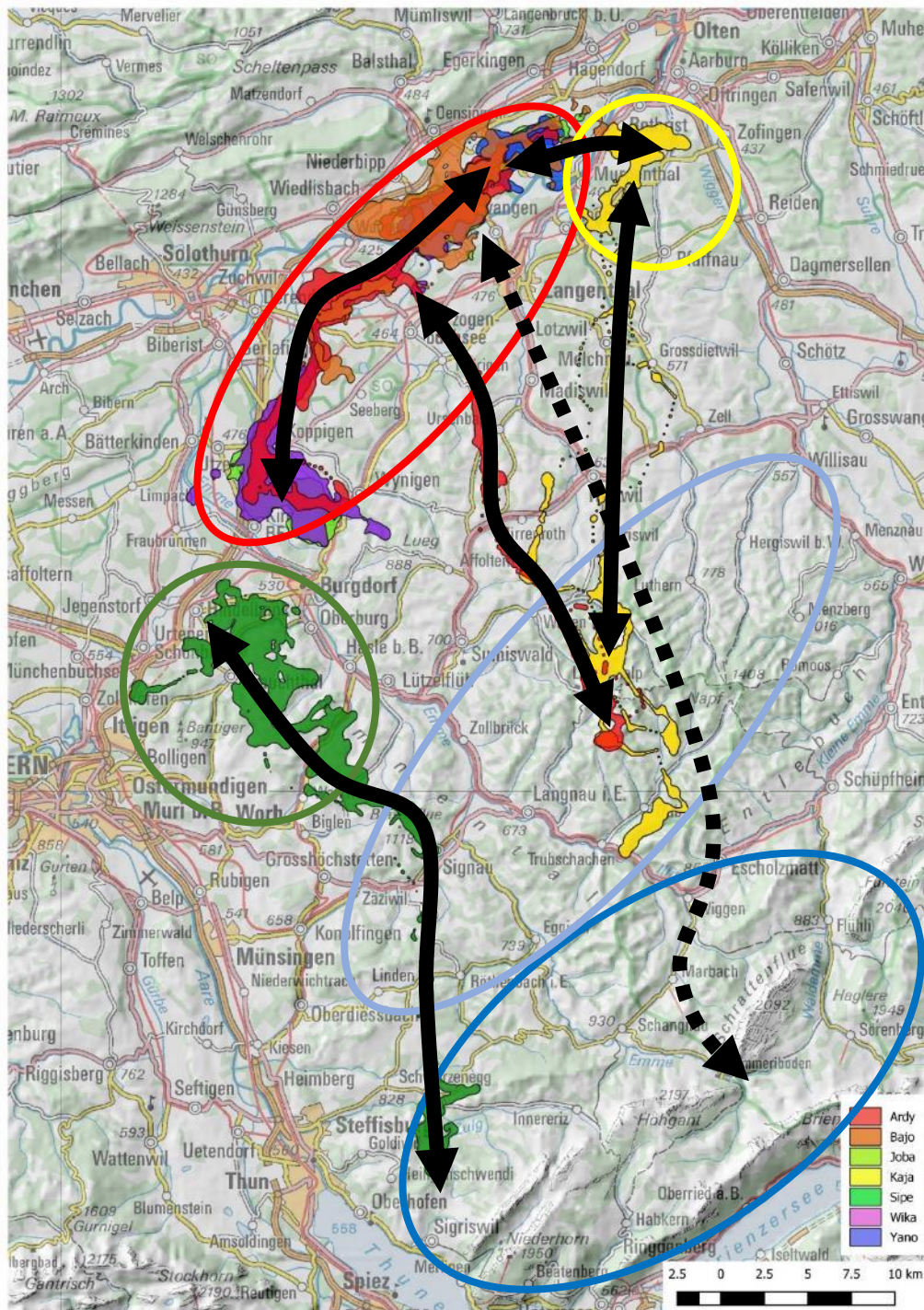


Abb. 8. Dargestellt sind die Lage der verschiedenen Rothirsch-Vorkommen im zentralen Schweizer Mittelland (rot: Kirchberg-Härkingen; orange: Burgdorf-Krauchthal, gelb: Rothrist-Murgenthal) und den südlich gelegenen Gebieten (hellblau: mittleres Emmental; dunkelblau: oberes Emmental-Entlebuch-Voralpen) und die nachgewiesenen Verbindungen zwischen diesen anhand GPS-besonderter und markierter Rothirsche (schwarze Pfeile). Hinterlegt sind die Ganzjahres-Homeranges der einzelnen Individuen. (Kartengrundlage © Swisstopo)

4. Diskussion

Rothirsche im Mittelland – Vorkommen, Austausch und Vernetzung

Die vorliegende Untersuchung zeigt auf, dass im zentralen Schweizer Mittelland im Bereich zwischen Bern, Solothurn und Rothrist drei aneinandergrenzende Rothirsch-Vorkommen existierten. Von West nach Ost waren dies: Burgdorf-Krauchthal (BE), Kirchberg-Härkingen (BE/SO) und Rothrist-Murgenthal (AG). Basierend auf den vorliegenden Informationen ist davon auszugehen, dass sich die Rothirsche in diesen Regionen erst in den vergangenen rund 5-15 Jahren allmählich etablierten. Die einzelnen Vorkommen waren mit rund 10-25 nachgewiesenen Rothirschen jedoch sehr klein, ihre weitere Entwicklung und der langfristige Fortbestand entsprechend noch ungewiss. Die Vermutung liegt nahe, dass die Rothirsch-Vorkommen immer noch zu wesentlichen Teilen von den südlich gelegenen Kernvorkommen im Voralpengebiet und dem dazwischen liegenden Emmental abhängig sind.

Gestützt wird diese Ansicht durch verschiedene Feststellungen. Erstens konnten für alle drei Mittelland-Vorkommen im Rahmen dieser Studie ein temporärer Austausch über migrierende Individuen dokumentiert werden. Von 7 in der Studienregion gefangenen und GPS-besenderten Tieren wanderten deren 4 zwischen dem Mittelland-Bereich und dem südlichen Emmental/Voralpengebiet hin und her. Das zeigt, dass zum Zeitpunkt der Studie noch aktive Verbindungsrouten zwischen den Kernlebensräumen und dem Mittelland existierten, die immer wieder von Rothirschen begangen wurden. Bedenkt man die bescheidene Anzahl an Rothirschen, welche besendert wurden, und dass hiervon 4 Individuen migrierten, so muss man davon ausgehen, dass letztendlich ein bedeutender Anteil von den Rothirschen im Mittelland in Richtung der südlichen Einstände abwanderte, um dann später wieder zurückzukehren.

Ein zweites wichtiges Indiz dafür, dass der Austausch zum Emmental/Voralpengebiet zumindest in der Region Kirchberg-Härkingen beachtenswert sein musste, ist die Feststellung, wonach dort ein erhebliches Fallwild-Aufkommen zu verzeichnen war, der Bestand jedoch nicht einbrach. Und dies obwohl der Abgang den lokalen Zuwachs über neu geborene Kälber bei weitem übertroffen hatte. So kamen zwischen Ende 2015 und 2018 in dieser Region nachweislich mindestens 27 Rothirsche ums Leben, während im selben Zeitraum wohl bloss um die 12-15 Kälber geboren wurden, von denen allenfalls 10 ihr erstes Jahr überlebt haben dürften.

Bei genauerer Betrachtung der Sachlage ist aber davon auszugehen, dass der Austausch an Rothirschen zwischen den Regionen je nach Geschlecht der Tiere unterschiedlich war. Vermutet wird, dass alljährlich vor allem männliche Individuen aus den Voralpen Richtung Mittelland zogen, während dies bei den weiblichen Tieren mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht der Fall war. Der Abgang 15 männlicher Rothirsche (Spiesser, mehrjährige Stiere) in der Region Kirchberg-Härkingen in den Jahren 2015-2018 war demnach viel zu hoch, als dass er ohne entsprechende Zuwanderung ins Mittelland hätte erklärt werden können. Anders hingegen die Situation bei den weiblichen Tieren. Hier scheint wohl keine bedeutende Zuwanderung an weiblichen Tieren in den vergangenen Jahren stattgefunden zu haben. Schliesslich war die Zahl der festgestellten Kühe in den Jahren 2016 bis 2018 nur leicht von 4-5 Tieren auf 7 angestiegen, was unter Berücksichtigung eines Abgangs von 5 Kühen im selben Zeitraum durchaus mit dem Zuwachs über die im Mittelland geborenen weiblichen Kälber zu erklären war. Hätte es einen massgeblichen Zustrom weiblicher Tiere (vergleichbar zu jenem bei den Spiessern/Stieren) in dieser Zeit gegeben, so wäre der Bestand an weiblichen Tieren letztlich viel stärker angestiegen, als er dies effektiv tat.

Insgesamt passen die gemachten Beobachtungen in das Bild sich ausbreitender Rothirsch-Populationen. So ist bekannt, dass es vor allem die männlichen Individuen sind, welche generell stärker umherziehen und zuweilen häufig auch als erste neuen Lebensraum für sich entdecken (Righetti & Huber 1983). Nichtsdestotrotz bedarf es für eine Wiederbesiedlung aber auch weiblicher Tiere. In diesem Zusammenhang waren die dokumentierten Wanderungen von Kaja sehr wertvoll. Sie zeigten auf, dass auch weibliche Tiere wiederholt aus den Hügellgebieten des Emmentals bis ins Mittelland vorstossen können und dieses Verhalten nicht den Stieren vorbehalten ist.

Langfristiger Fortbestand der Mittelland-Rothirsche

Mit Blick auf einen längerfristigen Fortbestand der Rothirsche im Berner und Solothurner Mittelland und den angrenzenden Gebieten drängen sich jedoch berechnigte Fragen auf. So ist basierend auf dem aktuellen Wissen nach wie vor unklar, ob sich die Rothirsche dauerhaft in der Region halten können. Besonders das hohe Fallwild-Aufkommen verursacht durch Kollisionen im Strassen- und Bahnverkehr dürfte sich limitierend auf die künftige Entwicklung der Bestände auswirken. In Anbetracht der Tatsache, wonach in der Region Kirchberg-Härkingen zuletzt gerade einmal 5-7 Rothirsch-Kühe festgestellt wurden, erscheint das Risiko einer lokalen Auslöschung dieses Vorkommens als erheblich. Würden die Verluste unter den weiblichen Rothirschen während mehrerer Jahre auch nur geringfügig auf 2-3 Tiere pro Jahr zunehmen, so könnte das Vorkommen bereits innert weniger Jahre wieder ausgelöscht sein. Zwar scheinen durch die Zuwanderung die Abgänge bei den männlichen Rothirschen aktuell weitgehend kompensiert zu werden, dies kann jedoch für die weiblichen Rothirsche so nicht festgestellt werden. Schliesslich deutet derzeit nichts darauf hin, dass aus den südlich gelegenen Kernvorkommen immer wieder neue weibliche Rothirsche bis ins Mittelland vordringen und sich dort niederlassen würden (siehe oben).

Denkbar ist, dass die Rothirsche, welche mittlerweile bereits länger im Mittelland leben, lernen mit dem Verkehr und den Gefahren umzugehen. Im Genferseebecken, welches ebenfalls über sehr stark frequentierte Strassen verfügt, scheint sich das Fallwild-Aufkommen jedenfalls in Grenzen zu halten (pers. Mitteilung C. Fischer), so dass dort die Population ansässiger Rothirsche in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen ist (Signer et al. 2019).

Um das Risiko einer lokalen Auslöschung der Population im Mittelland zu minimieren, ist im Berner und Solothurner Mittelland in erster Linie die verkehrsbedingte Sterblichkeit zu reduzieren. Prioritär sind in dieser Hinsicht die beiden Hauptstrassen Kirchberg-Koppigen und Niederbipp-Aarwangen, wo praktisch jedes Jahr mehrere Verkehrsunfälle mit Rothirschen zu verzeichnen waren. Hinzu kommen weitere Strassen- und Bahnabschnitte, welche Einstandsgebiete durchschneiden oder auf den Wanderrouten der Rothirsche liegen. Die Problematik von Fahrzeug-Kollisionen mit Rothirschen im dichtbesiedelten Mittelland wurde indes auch vom Bund erkannt und soll in naher Zukunft gezielt angegangen werden (Signer et al. 2019).

Neben der Erhöhung der Verkehrssicherheit ist für den langfristigen Erhalt der Rothirsche im Mittelland eine fortschreitende Vernetzung der Populationen anzustreben. Studien zeigen, dass kleine Populationen langfristig eine deutlich bessere Überlebenswahrscheinlichkeit aufweisen, wenn es zuwandernde Tiere aus benachbarten Populationen gibt (Stacey & Taper 1992). Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, dass von den Voralpen her immer wieder Rothirsche ins Mittelland vorstossen. Somit ist es logisch, dass gerade dem dazwischenliegenden Emmental eine besondere Bedeutung zukommt, wenn es darum geht, die Zuwanderung aus den Kerneinständen der Voralpengebiete zu gewährleisten. Diesem Umstand muss auch im jagdlichen Management der Rothirsche an der Ausbreitungsfront Rechnung getragen werden. Die Bejagung hat hier deshalb auch

weiterhin gemässigt zu erfolgen, um die Ausbildung lokaler Rothirsch-Vorkommen auch im Emmental zu ermöglichen - so wie dies im Rothirsch-Konzept des Kantons Bern vorgesehen ist (Ruhlé & Juesy 2006).

Schliesslich muss festgehalten werden, dass der Rothirsch im Mittelland in der Region Kirchberg bis Härkingen in seinem derzeitigen Zustand eine direkte Bejagung auf Dauer nicht verkraften würde. Die Tatsache, dass der Bestand in den vergangenen rund 8-10 Jahren nicht angewachsen ist, zeigt dass der Abgang den Zuwachs alljährlich in etwa abschöpft. Zusätzliche Entnahmen durch eine Bejagung würden grösstenteils wohl additiv wirken, so dass eine reale Gefahr besteht, dass der sowieso noch kleine Bestand einbricht. In den übrigen beiden Vorkommen im Mittelland, Burgdorf-Krauchthal und Rothrist-Murgenthal, ist die Situation diesbezüglich weitgehend unklar. Angesichts der immer noch kleinen Bestände ist aber auch hier sehr grosse Vorsicht geboten, v.a. wenn eine jagdliche Regulation zur Eindämmung des Populationswachstums in Erwägung gezogen wird.

Zu beachten gilt zudem, dass Rothirsche auf direkte Bejagung sehr empfindlich reagieren können (Sunde et al. 2009; Jarnemo & Wikenros 2014; Reimoser et al. 2015; Thiel et al. 2018). Als mobile Huftierart, weicht der Rothirsch Störungen nicht selten grossräumig aus. Besonders während der Ausbreitungsphase, wo Rothirsche neue Einstände erkunden, dürften Ereignisse, die die Tiere in ihrer Sicherheitswahrnehmung stark beunruhigen, unmittelbar dazu beitragen, dass die entsprechenden Einstände aufgegeben werden. Die Rothirsche dürften in der frühen Besiedlungsphase die Vorzüge der jeweiligen Einstände noch nicht hinreichend kennen und entsprechend eher bereit sein diese wieder zu verlassen oder gar zu meiden. Diese Vermutung wird durch Beobachtungen gestützt, wonach es unter kontinuierlicher Bejagung (z.B. im Berner Oberland) mitunter Jahrzehnte dauern kann bis sich Rothirsche nach ihrem ersten Auftreten dauerhaft in einer Region niederlassen, während sie sich in Gebieten ohne Jagd relativ schnell etablieren. Dies scheint wohl auch mit ein Grund zu sein, weshalb die Rothirsche im Verlauf ihrer Ausbreitungsbewegung von den Voralpen her, das Emmental, wo die Jagd auf die Rothirsche erlaubt ist, quasi übersprungen haben und sich stattdessen direkt im Mittelland-Bereich niederliessen, wo die Jagd untersagt ist. Ähnliche Umstände dürften ebenfalls in der Region Genf dazu beigetragen haben, dass sich die Rothirsche dort im dicht-besiedelten Flachland etabliert haben (Signer et al. 2019).

Die Frage stellt sich zuweilen also, inwiefern eine Bejagung der Rothirsche im Mittelland, Auswirkungen auf deren Verbleib in der Region haben würde, welche über die numerische Reduktion durch den Abschuss von Tieren hinausgeht. Demnach sind Rothirsche bekannt dafür, dass sie sich der Bejagung entziehen, in dem sie in andere mitunter, ruhige Regionen ausweichen (Reimoser et al. 2015; Thiel et al. 2018). Wie sich eine reguläre Bejagung auf das Verhalten der Rothirsche im Mittelland genau auswirken würde, ist jedoch nicht klar. Zwar sind grossräumige Einstandswechsel auch für einzelne GPS-besenderte Tiere im Mittelland dokumentiert (Willisch et al. 2015), Erfahrungen der Wildhut mit Hegeabschüssen deuten jedoch auch für das Mittelland darauf hin, dass die Rothirsche ihre Einstände nicht generell aufgeben. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Raumnutzung der Rothirsche allenfalls schon soweit gefestigt ist, dass eine komplette Aufgabe des Lebensraums nicht unbedingt zu erfolgen hat. Dabei gilt allerdings zu bedenken, dass Hegeabschüsse einzelner Rothirsche jeweils unter besonderen Bedingungen zustande kommen, welche bei einer regulären Bejagung nicht gegeben wären. So haben die verbleibenden Rothirsche nach Hegeabschüssen ihrer Artgenossen jeweils immer die Möglichkeit sich an ungestörte Orte zurückzuziehen, wo sie dann nicht mehr verfolgt bzw. bedrängt werden. Sie sind der Bejagung somit immer nur kurz und sehr lokal ausgesetzt. Dies würde sich jedoch ändern, wäre die Jagd auf der gesamten Streifgebietsfläche der Rothirsche frei und dies über längere Zeit. Unter solchen Umständen kann als plausibel erachtet werden, dass die Rothirsche einer Bejagung solange räumlich ausweichen, bis sie einen dauerhaft sicheren Zufluchtsort gefunden haben. Lage dieser Zufluchtsort

ausserhalb des Mittellands, so könnte dies dann auch die Aufgabe ihres gesamten einstigen Lebensraums bedeuten.

Womöglich sind gerade die relativ grossräumigen Bewegungen der Rothirsche im Mittelland Ausdruck einer besonders ausgeprägten Ausweichstrategie der dortigen Tiere. Wie Untersuchungen zur Habitatwahl der Rothirsche im Mittelland verdeutlichen, sind sie zwar offenbar in der Lage tagsüber kleinräumig Zuflucht vor dem Menschen zu suchen, indem sie sich an sichtgeschützte Stellen im Wald oder auf dem Feld (z.B. im Mais oder Raps) zurückziehen (Willisch et al. 2019). Kennzeichnend ist aber ebenso, dass sie sich sehr unstedet im Raum bewegen und ihre Tageseinstände oft grossräumig wechseln. Möglicherweise trägt die räumliche Verteilung der kleinräumigen, besonders geeigneten Strukturen (wie Jungwuchsflächen oder Dickichte im Wald, Hummel et al. 2014) dazu bei, dass wir diese grossen Einstandswechsel an aufeinanderfolgenden Tagen, wie auch die weitläufigen saisonalen und ganzjährigen Streifgebiete bei den Rothirschen im Mittelland sehen.

Relevanz der Studie für das Management

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Rothirsche im Mittelland zum Zeitpunkt der Studie einen aktiven Austausch mit den Kernvorkommen um die eidgenössischen Jagdbanngebiete Augstmatthorn und Tannhorn in den Voralpengebieten hatten. Der langfristige Fortbestand der Mittelland-Populationen scheint ohne den Zustrom abwandernder Tiere aus diesen Regionen und dem dazwischenliegenden Emmental aktuell ungewiss zu sein. Hauptgrund hierfür ist besonders das hohe Fallwild-Aufkommen, verursacht durch Kollisionen im Strassen- und Bahnverkehr in der Region Kirchberg-Härkingen, welche das Populationswachstum erheblich beeinträchtigt. Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und zur Reduktion von Kollisionen mit Rothirschen auf den neuralgischen Strassenabschnitten haben in naher Zukunft daher erste Priorität. Zudem sollte mittelfristig eine verbesserte Vernetzung der Rothirsch-Populationen im Mittelland angestrebt werden – zum einen untereinander, aber ebenso mit den Vorkommen im Emmental und dem Voralpengebiet. Vor diesem Hintergrund gilt es die Besiedlung des Mittellands und des Emmentals weiterhin zu ermöglichen, indem das jagdliche Management die fortschreitende Ausbreitung der Voralpenpopulation Richtung Norden nicht unterbindet. Schliesslich sollte derzeit weiterhin auf eine jagdliche Regulierung der Bestände im Mittelland verzichtet werden. Dies zum einen deshalb, weil nicht abschliessend klar ist, ob die lokalen Vorkommen solche Eingriffe numerisch überhaupt verkraften, und zum anderen, weil die Rothirsche hierdurch aus ihren besetzten Einständen dauerhaft vertrieben werden könnten, wenn der jagdliche Druck zu gross wird.

5. Literatur

- Baumann M, Imesch N (2010) Jagdplanung bei Reh, Gämse und Rothirsch. In: Bundesamt für Umwelt BAFU (ed) Wald und Wild - Grundlagen für die Praxis. pp 123–166
- Benhamou S (2011) Dynamic approach to space and habitat use based on biased random bridges. PLoS ONE.
- Benhamou S, Cornélis D (2010) Incorporating movement behavior and barriers to improve kernel home range space use estimates. *Journal of Wildlife Management* 74:1353–1360.
- Calenge C (2015) Home range estimation in R: the adehabitatHR package.
- Haller H (2002) Der Rothirsch im Schweizerischen Nationalpark und dessen Umgebung. Eine alpine Population von *Cervus elaphus* zeitlich und räumlich dokumentiert., 91st edn. SANW, Zerne
- Hummel S, Boldt A, Bieri Willisch K, Willisch C (2014) Der Rothirsch kehrt ins Mittelland zurück – Charakterisierung von Tageslagern im Sommereinstandsgebiet. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern* 71:147–169.
- Jarnemo A, Wikenros C (2014) Movement pattern of red deer during drive hunts in Sweden. *European Journal of Wildlife Research* 60:77–84.
- Odermatt O, Rüegg D (2010) Hirsch von Anfang an bejagen. *Wald und Holz* 7:29–31.
- Reimoser F, Duscher T, Duscher A, et al (2015) Rothirsch im Rätikon. Drei Länder, drei Jagdsysteme, eine Wildart. Ergebnisse der Rotwildmarkierung im Dreiländereck Vorarlberg, Fürstentum Liechtenstein, Kanton Graubünden.
- Righetti A (1995) *Cervus elaphus*. In: Hausser J (ed) Säugetiere der Schweiz. Verbreitung, Biologie, Ökologie. Birkhäuser Verlag, Basel, pp 433–439
- Righetti A, Huber W (1983) Ausrottung und Wiedereinwaderung des Rothirsches (*Cervus elaphus* L.) im Kanton Bern (Schweiz). *Revue suisse Zool* 90:863–870.
- Ruhlé C, Juesy P (2006) Rothirschkonzept 2006 des Kantons Bern.
- Ryser A, Scholl M, Zwahlen M, et al (2005) A remote-controlled teleinjection system for the low-stress capture of large mammals. *Wildlife Society Bulletin* 33:721–730.
- Signer C, Fischer C, Willisch C (2019) Rothirsch im Schweizer Mittelland – Vorstudie zur Aufgleisung eines umfassenden Forschungsprogramms. Erstellt im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU.
- Stacey PB, Taper M (1992) Environmental variation and the persistence of small populations. *Ecological Applications* 2:18–29.
- Stache A, Löttker P, Heurich M (2012) Red deer telemetry: Dependency of the position acquisition rate and accuracy of GPS collars on the structure of a temperate forest dominated by European beech. *Silva Gabreta* 18:35–48.
- Sunde P, Olesen CR, Madsen TL, Haugaard L (2009) Behavioural responses of GPS-collared female red deer *Cervus elaphus* to driven hunts. *Wildlife Biology* 15:454–460.
- Thiel D, Signer C, Graf RF, et al (2018) Rothirsch in der Ostschweiz. Abschlussbericht des interkantonalen Forschungsprojekts in der Ostschweiz der Jahre 2014–2017. St. Gallen
- Willisch C (2016) Habitatwahl der Rothirsche im Mittelland. Tätigkeitsbericht 2016. Bericht zuhanden BAFU & Kanton Solothurn. FIWI, Bern
- Willisch C (2017) Habitatwahl der Rothirsche im Mittelland. Tätigkeitsbericht 2017. Bericht zuhanden BAFU & Kanton Solothurn. FIWI, Bern
- Willisch C, Bieri Willisch K, Magun B, Boldt (2015) Ökologie und Verhalten des Rothirsches im Schweizer Mittelland. Schlussbericht 2015. FaunAlpin, Bern
- Willisch C, Boldt A, Bieri K, Hummel S (2013) Ökologie und Verhalten des Rothirsches im Schweizer Mittelland. Zwischenbericht 2013. Zwischenbericht zuhanden Bundesamt für Umwelt (BAFU), Jagdinspektorat des Kantons Bern, Abteilung Jagd & Fischerei des Kantons Solothurn. FaunAlpin, Bern
- Willisch C, Marreros N, Bieri K (2011a) Interkantonales Rothirsch-Projekt FR-BE-VD. Teilbericht 1: Einfang und Besenderung der Rothirsche. Bericht zuhanden der Kantone Fribourg, Bern & Vaud und des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). FaunAlpin, Bern

- Willisch C, Marreros N, Bieri K, Boldt A (2011b) Rothirschförderung im Jurabogen mittels Übersiedlungen an der A1. Schlussbericht zuhanden des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). FaunAlpin, Bern
- Willisch C, Marreros N, Bieri K, Boldt A (2012) Interkantonales Rothirsch-Projekt FR-BE-VD. Schlussbericht zuhanden der Kantone Freiburg, Bern & Waadt und des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). FaunAlpin, Bern
- Willisch C, Marreros N, Schaufelberger L, Pisano S (2019) Habitatwahl der Rothirsche im Mittelland. Schlussbericht. Erstellt im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt und des Kantons Solothurn. FIWI, Bern
- Worton B (1989) Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range. *Ecology* 70:164–168.

6. Anhang

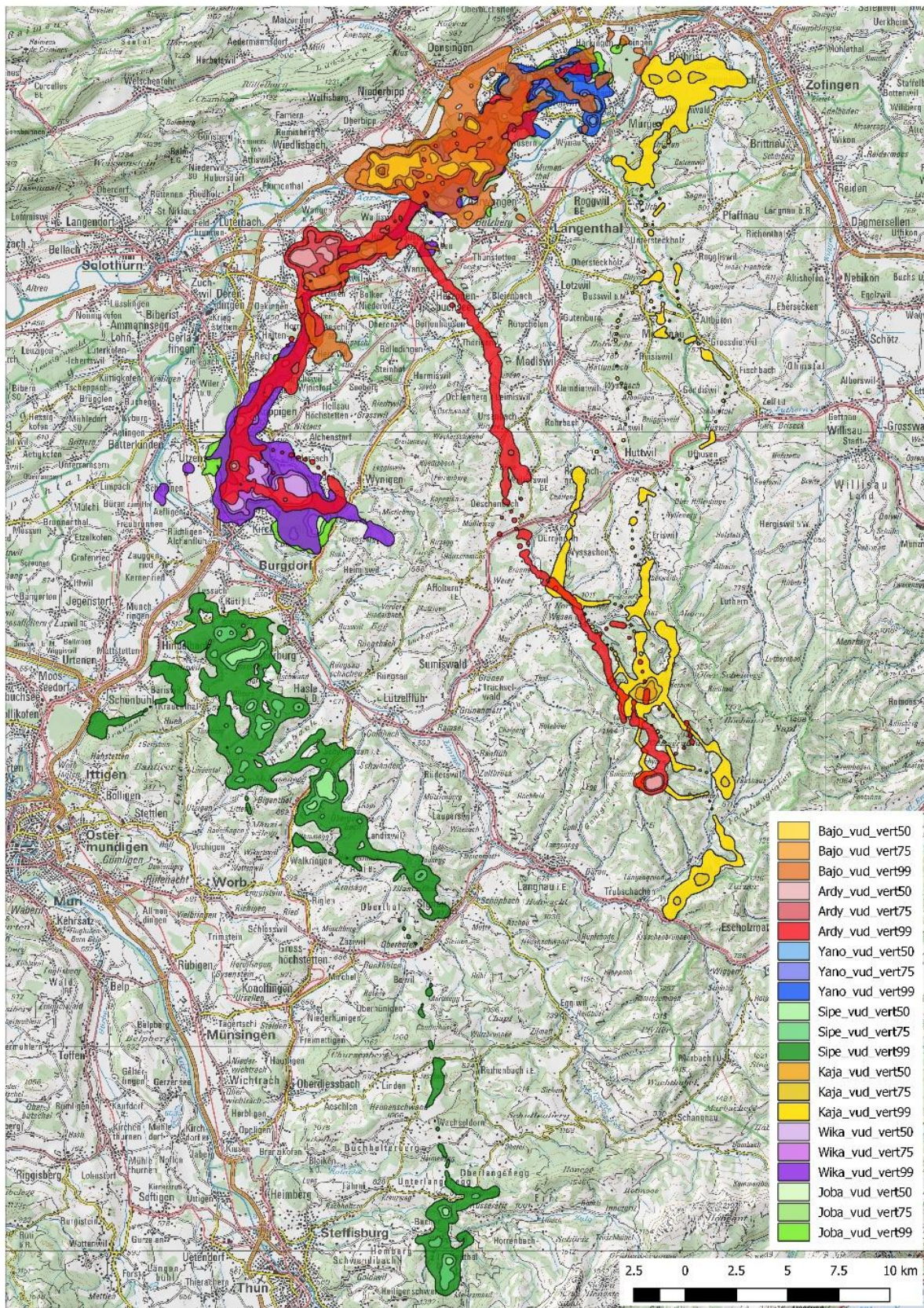


Abb. A1. Ganzjahresstreifgebiete der im zentralen Schweizer Mittelland GPS-besenderten Rothirsche. Dargestellt sind die 50-, 75- und 99%-Kernflächen basierend auf der Biased-random-bridge-Kernel Methode. (Kartengrundlage © Swisstopo)

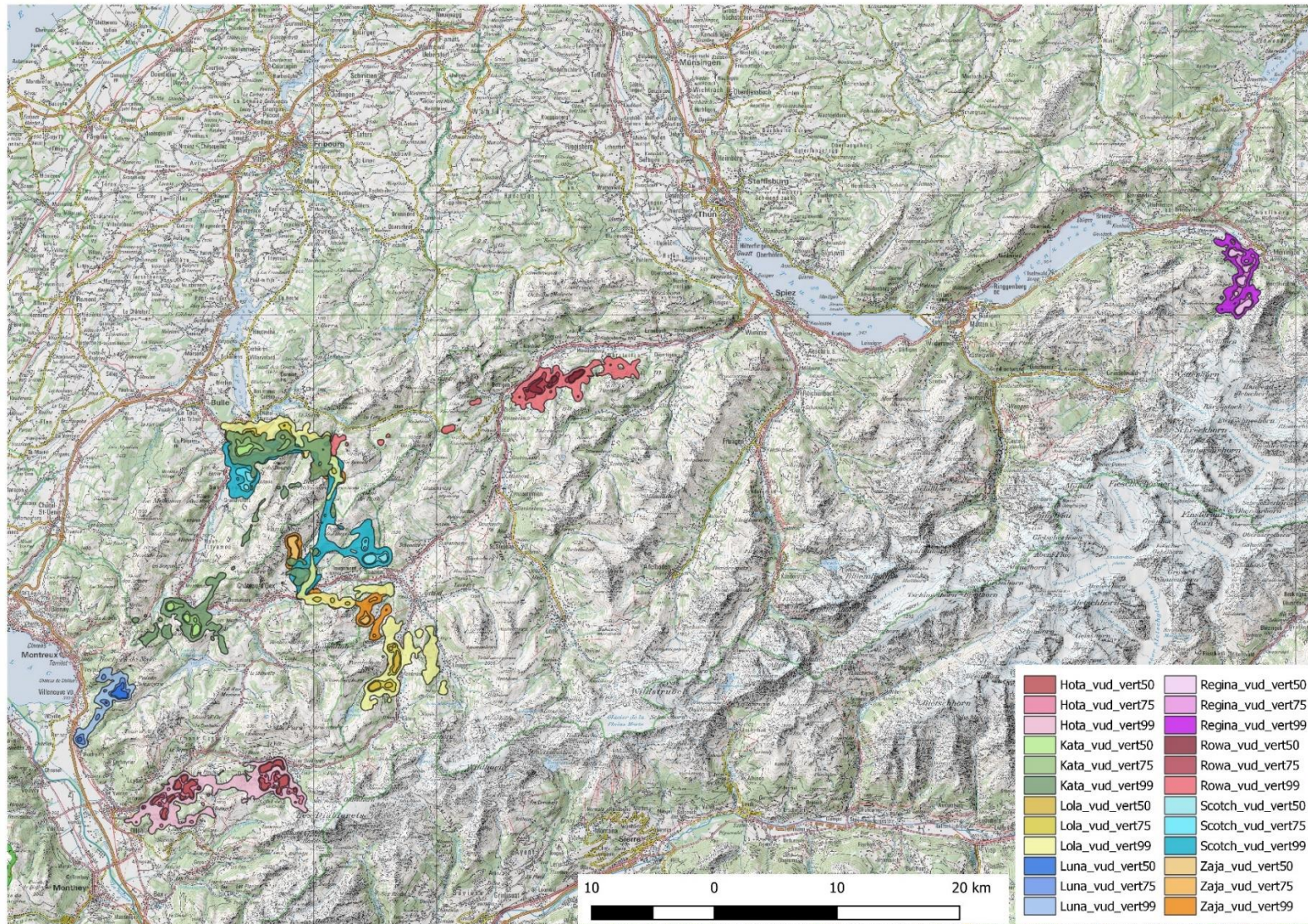


Abb. A2. Ganzjahresstreifgebiete der in den westlichen Schweizer Voralpen GPS-besenderten Rothirsche. Dargestellt sind die 50-, 75- und 99%-Kernelflächen basierend auf der Biased-random-brigde-Kernel Methode. (Kartengrundlage © Swisstopo)