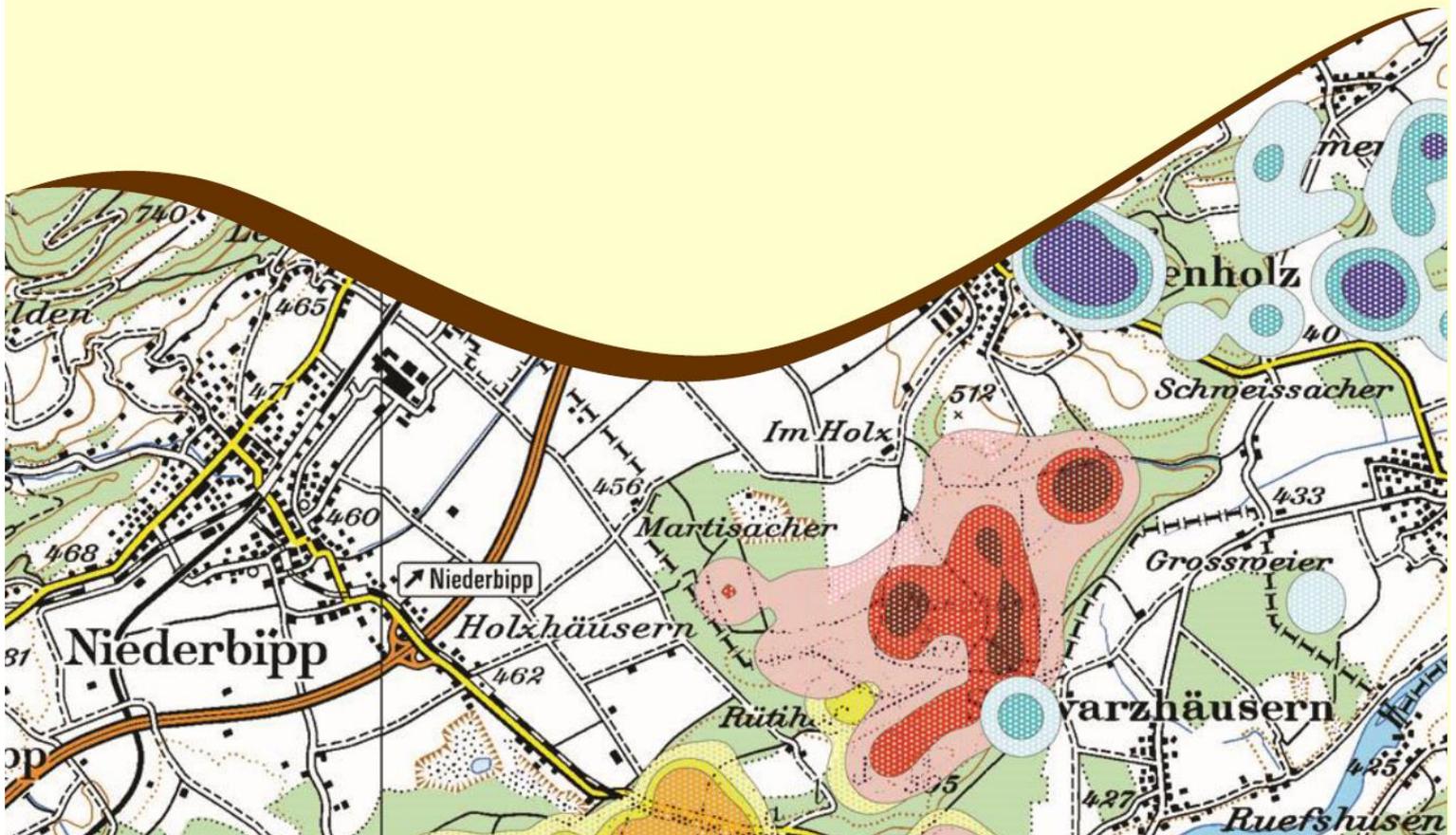




# ÖKOLOGIE UND VERHALTEN DES ROTHIRSCHES IM SCHWEIZER MITTELLAND

## Schlussbericht 2015

Im Auftrag von  
BUNDESAMT FÜR UMWELT (BAFU)  
ABTEILUNG JAGD & FISCHEREI DES KANTONS SOLOTHURN  
JAGDINSPEKTORAT DES KANTONS BERN



## IMPRESSUM

|                    |   |
|--------------------|---|
| Titel              | Ökologie und Verhalten des Rothirsches im Schweizer Mittelland. Schlussbericht 2015.  |
| Auftraggeber       | Bundesamt für Umwelt, Sektion Wildtiere & Waldbiodiversität<br>Abteilung Jagd & Fischerei des Kantons Solothurn<br>Jagdinspektorat des Kantons Bern                           |
| Auftragnehmer      | FaunAlpin GmbH, Böcklinstr. 13, 3006 Bern<br>www.faunalpin.ch                              |
| Autoren            | Christian Willisch, Dr. sc. nat.<br>Katrín Bieri Willisch, Dipl. biol.<br>Bettina Magun, Dipl. biol.<br>Andreas Boldt, Dr. sc. nat.   |
| Layout & Redaktion | FaunAlpin GmbH, Bern  |
| Bildnachweise      | Alle Fotos und Grafiken ohne Quellenhinweis: FaunAlpin, Bern.<br>Hinweise auf die Quellen von Geodaten sind bei den jeweiligen Karten aufgeführt.                             |
| Titelbild:         | Kartenausschnitt der Tagesstreifgebietsflächen der drei im Mittelland besenderten Rothirsche Ardy, Wika und Yano im Raum Niederbipp-Kestenholz (Geodaten: PK100 © swisstopo). |
| Bezugsquelle       | FaunAlpin GmbH, Böcklinstr. 13, 3006 Bern   |
| Copyright          | © Juli 2015, FaunAlpin  |

## DANK

Das Projekt Rothirsch im Mittelland wurde im Auftrag des BAFU und der kantonalen Jagd- und Naturschutzbehörden der Kantone Solothurn und Bern durchgeführt. Wir danken Reinhard Schnidrig-Petrig, Nicole Imesch, Nicolas Bourquin und Claudine Winter, Marcel Tschan und Mark Struch, sowie Peter Juesy, Christian Heeb, Karin Thüler und Manuel Wyss für die gute Zusammenarbeit und die fortwährende Unterstützung des Projekts.

Gedankt sei ebenfalls all jenen Personen, welche uns bei der Feldarbeit, dem Aufspüren der Rothirsche und speziell den Fängen unterstützt haben.

Besonders danken möchten wir an dieser Stelle Marcel Tschan und Mark Struch, welche für die Durchführung der Rothirsch-Fänge von Beginn weg zwei feste Teamstützen waren und uns jeweils bis tief in die Nacht hinein zur Seite standen.

Ebenso danken wir den zuständigen Wildhütern des Kantons Bern Jürg Knutti, Simon Quinche, Hansjörg von Allmen und auch Peter Siegenthaler, sowie deren freiwilligen Jagdaufsehern, vor allem Oskar Habegger. Sie halfen uns die Rothirsche im Kanton Bern aufzuspüren und standen bei den dortigen Fangversuchen und für allfällige Nachsuchen immer in Bereitschaft.

Für das Gebiet des Kantons Solothurns danken wir zudem den Jägern der betroffenen Reviere, insbesondere ihren Rothirsch-Verantwortlichen für das Melden von Rothirsch-Nachweisen.

Im Rahmen ihrer Praktika bei FaunAlpin haben Helen Rutishauser und Sarah Hummel wesentlich beim Aufspüren und Überwachen der Mittelland-Rothirsche geholfen. Sarah Hummel hat mit einer eigenständigen CAS-Arbeit zudem einen wertvollen sachlichen Beitrag zum Projekt geleistet. Für ihre Mithilfe und Inputs danken wir beiden herzlich.

Ein spezieller Dank geht an Marie-Pierre Ryser-Degiorgis, Nelson Marreros, Fabien Mavrot und Roman Meier sowie weitere Freiwillige vom Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin der Universität Bern für die veterinärmedizinische Unterstützung beim Einfang der Rothirsche.

Ebenfalls möchten wir Andreas Ryser vom KORA danken, dass wir für die Fangversuche ihren „Gameboy“ ausleihen durften.

Schliesslich danken wir den Jagd- und Naturschutzbehörden der Kantone Fribourg, Bern und Waadt, dass wir für die vorliegende Untersuchung auf die GPS-Telemetrie-Daten der Rothirsche, welche im Rahmen des Interkantonalen Rothirsch-Projektes FR-BE-VD besendert worden sind, sowie eines weiteren GPS-besenderten Rothirsches, zurückgreifen durften.

## INHALTSVERZEICHNIS

|  |     |
|--|-----|
| <b>1 Projekt Rothirsch Mittelland</b> .....                                    | 1   |
| Hintergrund .....  | 2   |
| Lancierung des Projektes „Rothirsch im Mittelland“ .....                       | 3   |
| <b>2 Aufbau der Studie</b> .....   | 5   |
| Grundsätzliches zum Studienaufbau .....  | 6   |
| Untersuchungsgebiet.....   | 6   |
| Datenerhebung.....   | 8   |
| <b>3 Charakteristika der Population</b> .....                                  | 10  |
| Schwerpunktgebiete der Rothirschnachweise.....                                 | 11  |
| Populationsgrösse .....  | 11  |
| Sozialstruktur.....  | 12  |
| Fortpflanzung .....  | 15  |
| Mortalität.....  | 16  |
| Austausch mit anderen Rothirsch-Vorkommen.....                                 | 17  |
| <b>4 Raumnutzung der Rothirsche</b> .....                                      | 18  |
| Zusammenfassung.....   | 19  |
| Einleitung .....   | 20  |
| Methode .....  | 22  |
| Resultate .....  | 26  |
| Diskussion .....   | 40  |
| <b>5 Habitatwahl der Rothirsche</b> .....                                      | 44  |
| Zusammenfassung.....   | 45  |
| Einleitung .....   | 46  |
| Methode .....  | 48  |
| Resultate .....  | 51  |
| Diskussion .....   | 67  |
| <b>6 Einfluss der Jagd</b> .....   | 69  |
| Zusammenfassung.....   | 70  |
| Einleitung .....   | 71  |
| Methode .....  | 72  |
| Resultate .....  | 73  |
| Diskussion .....   | 78  |
| <b>7 Förderung und Management der Rothirsche in der Region Solothurn</b> ..... | 79  |
| Einleitung .....   | 80  |
| Datenmaterial .....  | 80  |
| Tageseinstände .....   | 83  |
| Nachtaustritte .....   | 88  |
| Zerschneidung der Lebensräume / Migrationsrouten durch Verkehrsträger .....    | 93  |
| Zerschneidung des Lebensraumes innerhalb der Untersuchungsperimeters .....     | 96  |
| Werden Korridore und Verbindungsrouten genutzt?.....                           | 100 |
| Verbindung zu Voralpen.....  | 107 |
| Verbindung zum Jura .....  | 109 |
| Handlungsbedarf .....  | 114 |
| <b>8 Synthese</b> .....  | 117 |
| Zusammenfassung der Erkenntnisse .....   | 118 |
| Ausblick.....  | 120 |
| Literatur .....  | 122 |

# 1 PROJEKT ROTHIRSCH MITTELLAND



Abb. 1.1. Rothirsche im Mittelland (Kahlwild und Stiere). Das Bild entstand während dem ersten Fangversuch im Rahmen des Projekts „Rothirschförderung im Jurabogen mittels Übersiedlungen an der A1“ am 20. Januar 2011 an einer künstlich angelegten Fütterung.

## Hintergrund

Der Rothirsch (*Cervus elaphus*) ist die grösste freilebende Wildhuftierart der Schweiz. Gegen Mitte des 19. Jahrhunderts galt er in der gesamten Schweiz als praktisch ausgerottet (Righetti 1995). Ausgehend von grenznahen Restvorkommen wanderte er ab etwa 1870 über Graubünden wieder in die Schweiz ein (Haller 2002; Kuehn *et al.* 2004). Seither erfolgte eine schrittweise Rückeroberung geeigneter Lebensräume in der Schweiz. In den Alpen und Voralpen ist der Rothirsch heute wieder weitgehend flächig wenn auch in unterschiedlichen Dichten vertreten. Einzig im Bereich des nördlichen Juras und im Mittelland bestehen nach wie vor grosse Lücken in seinem Verbreitungsgebiet. Die fortschreitende Erschliessung dieser Lebensräume gilt aber als wahrscheinlich. So ist es nur eine Frage der Zeit, bis ebenfalls der Jura wieder vollständig durch Rothirsche besiedelt ist, und auch im schweizerischen Mittelland dürfte der Rothirsch bereits in naher Zukunft neue Lebensräume für sich erschliessen.

Dass Rothirsche sehr anpassungsfähig sind und sich unter verschiedensten Umweltbedingungen behaupten können, ist bekannt (Mattioli 2011). Nur schon ihr riesiges Verbreitungsgebiet, welches sich von der Mittelmeerregion bis weit in den Norden Europas erstreckt, lässt erahnen über welches Potenzial diese Hirschart im Grunde verfügt. Nichtsdestotrotz überrascht die Vorstellung, dass sich Rothirsche ebenfalls im dicht besiedelten schweizerischen Mittelland niederlassen könnten. Schliesslich gilt der Rothirsch allgemein eher als scheues Huftier, welches ein hohes Sicherheitsbedürfnis hat und ausgesprochen stark auf menschliche Störungen reagiert (Righetti 1995). Zudem zeigt er in der Regel eine starke Bindung an den Wald, woraus oftmals geschlossen wird, dass Rothirsche ausgedehnte zusammenhängende Waldstücke benötigen. Wie soll sich der Rothirsch also im Schweizer Mittelland niederlassen, zumal weitläufige Wälder als ungestörte Rückzugsorte kaum vorhanden sind? Und wie soll er mit dem hohen Nutzungsdruck durch den Mensch und der immensen Dichte an Verkehrsträgern und Siedlungen zurechtkommen?

Tatsache ist, dass sich diese und weitere Fragen bereits heute stellen. Denn an vereinzelt Orten im Schweizer Mittelland treten Rothirsche schon seit längerer Zeit ganzjährig auf (Abb.1.1 und Abb. 1.2). Auch wenn speziell günstige Gegebenheiten dazu beigetragen haben, dass sich diese lokalen Rothirsch-Bestände an den jeweiligen Standorten ausgebildet haben, so ist doch davon auszugehen, dass sich vergleichbare Entwicklungen ebenso in anderen dichtbesiedelten und intensiv vom Menschen beanspruchten Landschaften abspielen können. Es muss schliesslich also damit gerechnet werden, dass sich der Rothirsch weiter im Mittelland ausbreitet. Umso wichtiger ist es dem Phänomen des Rothirsches im Mittelland frühzeitig auf den Grund zu gehen.

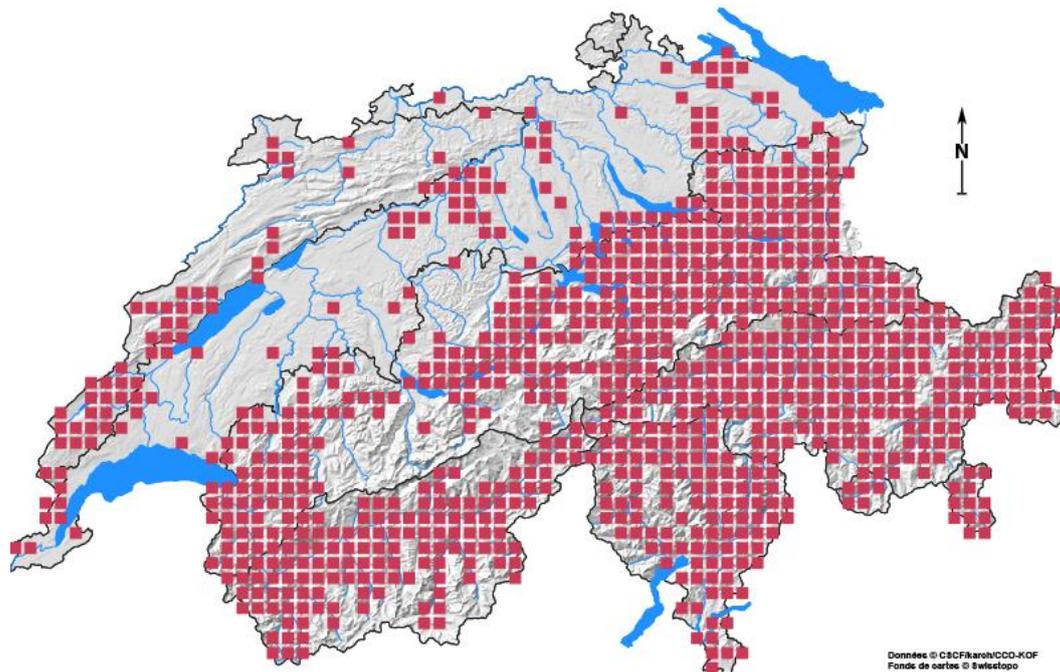


Abb. 1.2. Aktuelle Rothirschverbreitung in der Schweiz. Der Rothirsch besiedelt heute wieder weite Bereiche der Schweiz. Besonders lückenhaft ist sein Auftreten im nördlichen Jura und im Mittelland. (Quelle: CSCF, Februar 2015)

## Lancierung des Projektes „Rothirsch im Mittelland“

Ausgangspunkt für die Untersuchung zum Rothirsch im Mittelland war ursprünglich das Projekt „Rothirschförderung im Jurabogen mittels Übersiedlungen an der A1“. In dessen Rahmen sollten Rothirsche aus der Berner und Solothurner Mittelland-Population eingefangen und im nördlichen, bis dahin weitgehend unbesiedelten Teil des Juras wieder freigelassen werden, um der Jura-Population aktiv Vorschub zu leisten. Das Unterfangen wurde jedoch eingestellt, nachdem der erste übersiedelte Hirsch wieder ins Mittelland zurückkehrte (Willisch *et al.* 2011). Zugleich deuteten die Anstrengungen zum Einfang der Rothirsche im Mittelland darauf hin, dass sich diese Tiere dort womöglich anders verhalten als ihre Artgenossen in den Berggebieten. Was in erster Linie auffiel, war, dass die Rothirsche trotz sehr intensiver Suche unter Einbezug der lokalen Wildhut und Jägerschaft kaum zu lokalisieren waren. Und wurden sie mal gefunden, schienen sie sogleich schon wieder weg zu sein. Traditionell bevorzugte Austrittgebiete, die über Monate hinweg allnächtlich zur Nahrungsaufnahme genutzt werden und in der Region vermutet wurden, konnten lange Zeit keine identifiziert werden. Das Bild von Rothirschen als Standwild, welches wiederholt an denselben Stellen zum Äsen austritt, musste womöglich also relativiert werden. Zudem schien die Zahl an Rothirschen im Projekt-Perimeter, welcher mehrheitlich den Lengwald auf dem Gebiet der Kantone Bern und Solothurn umfasste, überschätzt zu werden (Willisch *et al.* 2011).

Die Vermutung, wonach das Wissen zu den Rothirschen aus den Berggebieten nicht direkt auf die Rothirsche im Mittelland übertragbar sein könnte, bewog das BAFU und die

Kantone Bern und Solothurn die Rothirsche im zentralen Schweizer Mittelland eingehend zu untersuchen. Dazu wurde das Projekt „Rothirsch im Mittelland“ ins Leben gerufen. Übergeordnetes Ziel des Projektes war es, erstmalig ökologische und managementrelevante Grundlagen zu den Ansprüchen der Rothirsche im Mittelland zu erarbeiten. Mit Blick auf eine fortschreitende Ausbreitung der Rothirsche, sollten die aus der Studie resultierenden Erkenntnisse dazu dienen, den Schutz und das Management der Rothirsche inskünftig besser auf die Situation im Mittelland auszurichten. Eine Ausbreitung des Rothirsches in geeignete Lebensräume ist zudem auch mit Blick auf die Vernetzung der Voralpen/Alpen-Population mit der Jura-Population von Bedeutung.

Konkret sollten folgende Aspekte im Rahmen der Studie untersucht werden:

- Wie ist die Population im Berner und Solothurner Mittelland strukturiert und was kann in Bezug auf die Brunft und die Setzzeit ausgesagt werden?
- Wie sehen Raumnutzung, Wanderverhalten und Habitatwahl der Rothirsche im Mittelland aus und inwiefern bestehen Unterschiede zu den Rothirschen in den Voralpen/Alpen?
- Was für eine Rolle spielen Siedlungen und Verkehrsträger für die Rothirsche im Mittelland, und welche Bedeutung kommt der Freizeitnutzung der Rothirsch-Lebensräume durch den Mensch zu?
- Welche Auswirkungen hat die Jagd auf die Rothirsche?
- Wo liegen bedeutsame Tageseinstände und Nachtaustritte der Rothirsche im Mittelland und wo gehen wichtige Wanderkorridore durch?

## 2 AUFBAU DER STUDIE



Abb. 2.1. Fotofallen-Aufnahme des Rothirsches Yano am Rande der Gemeinde Fulenbach am 24. Juli 2013 abends. Gut zu erkennen ist sein weisses GPS-Halsband. Trotz seiner Nähe zur Siedlung war der Rothirsch innerhalb des Tannendickichts an jenem Tag schon vor Einbruch der Dunkelheit aktiv.

## Grundsätzliches zum Studienaufbau

Der Projektbeginn zur Untersuchung der Rothirsche im Mittelland war Ende 2011. Wie zuvor erwähnt, ging diese Studie auf das Projekt „Rothirschförderung im Jura“ der Jahre 2010-2011 zurück (Willisch *et al.* 2011). Der Aufbau der aktuellen Untersuchung baute daher unmittelbar auf den Vorarbeiten und Erfahrungen des Vorgängerprojekts auf. Ebenso stammte ein Teil der Daten unmittelbar aus dem Übersiedlungsprojekt.

Zur Beantwortung der Projektfragen wurden je nach Thematik unterschiedliche Datengrundlagen herangezogen. Einen zentralen Bestandteil bildeten die Lokalisationsdaten von Rothirschen, die mit GPS-Halsbändern ausgerüstet wurden (Abb. 2.1). Diese waren insbesondere für die Analysen zum Raumverhalten und zur Habitatwahl verwendet worden. Zusätzlich beruht die Studie auf zufällig oder systematisch durchgeführten Beobachtungen, als auch auf Informationen, welche im Rahmen von Überwachungsaktionen mittels Fotofallen gemacht wurden. Darüber hinaus wurde letztlich ebenfalls auf jagdstatistisches Datenmaterial zurückgegriffen, welches von den Kantonen zur Verfügung gestellt wurde.

Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Studie war der Vergleich der Rothirsche im Mittelland mit denjenigen des Berggebiets. Für die entsprechenden Analysen zum Raumverhalten und zur Habitatwahl wurden deshalb ebenfalls Lokalisationsdaten von GPS-besenderten Rothirschen aus dem Berggebiet verwendet (Interkantonales Rothirsch-Projekt FR-BE-VD (Willisch *et al.* 2012); Rothirsch-Besenderung Haslital Bern (Boldt & Willisch 2014)). Der Einbezug dieser Daten ermöglichte einen direkten Vergleich der Mittelland-Rothirsche mit solchen im voralpinen/alpinen Lebensraum.

Im Laufe des Projekts sind bereits mehrere Zwischenberichte erschienen, welche einzelne Details der Studie dokumentiert haben, besonders Aspekte des Fangs und der Besenderung oder andere methodische Details:

- Der Schlussbericht des Vorläuferprojekts zur Umsiedlung über die A1, der auch bereits Aspekte zur Biologie des Rothirschs im Mittelland enthält (Willisch *et al.* 2011).
- Ein Zwischenbericht mit der Evaluation der Fangsaison 2011-12 (Willisch & Boldt 2012).
- Ein Zwischenbericht 2013 über die Fangsaison 2012-13 und weitere Aspekte der Datenerhebung (Willisch *et al.* 2013).
- Ein kurzer Tätigkeitsbericht zu den Tätigkeiten 2014 (Willisch & Boldt 2014).
- Eine Abschlussarbeit im Rahmen des CAS-Kurses „Säugetiere“ zu den Tageseinständen der Hirsche (Hummel 2013), die zu einer Publikation geführt hat (Hummel *et al.* 2014).

## Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet lag im Bereich des Berner und Solothurner Mittellandes. Aufgrund der Erfahrungen aus dem Vorgängerprojekt (Willisch *et al.* 2011) wurde es etwa auf den Raum zwischen Burgdorf-Langenthal-Olten-Solothurn eingegrenzt (Abb. 2.2).

Als Mittelland-Region zeichnet sich das Untersuchungsgebiet durch eine besonders hohe Siedlungsdichte aus. Die grossen Siedlungszentren bilden die Städte Burgdorf, Langenthal, Olten und Solothurn, die allesamt am Rand des Untersuchungsgebietes liegen. Dazwischen befinden sich zahlreiche kleinere bis mittelgrosse Dörfer. 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 vierspurige Autobahn ist eingezäunt und v.a. tagsüber sehr stark befahren. Aber auch in der Nacht reisst der Verkehr kaum je ab. Neben der Autobahn prägen verschiedene Hauptstrassen das Bild. Zu erwähnen sind die Verbindungsstrassen Burgdorf-Langenthal-Rothrist und Kirchberg-Langenthal, welche beide mehrheitlich in Nordsüd-Richtung verlaufen und das Untersuchungsgebiet der Länge nach durchziehen bzw. seitlich begrenzen. Zudem queren gleich mehrere Strassen das Untersuchungsgebiet ebenso auf der Breite. Schliesslich führen verschiedene Bahnlinien durch das Gebiet, wobei besonders der Verlauf der SBB-Neubau-Strecke (Bahn 2000) von Bern nach Zürich zu nennen ist. Diese Bahnlinie wird zweispurig geführt und ist normalerweise eingezäunt. Auf dem Gebiet des Kantons Solothurn zwischen Recherswil und Aeschi fehlt die Umzäunung jedoch, da hier ein überregionaler Wildtierkorridor (SO 03) liegt (siehe Kapitel 7). Insgesamt führen Siedlungen und Verkehrsträger dazu, dass der Lebensraum im Mittelland stark mosaikartig fragmentiert ist.

Der natürliche Lebensraum ist geprägt durch zahlreiche kleinere bis wenige grössere Waldstücke umschlossen von Landwirtschaftsflächen. Die Wälder im Mittelland werden generell stark forstwirtschaftlich genutzt, und sind deshalb gut mit Forststrassen und befahrbaren Waldwegen erschlossen. Die drei Hauptbaumarten sind Buche, Fichte und Weisstanne (Hummel 2013). Die landwirtschaftliche Nutzung des Offenlandes ist im Mittelland intensiv. Auf den offenen Feldern wird vor allem Ackerbau betrieben, ein kleiner Teil der Flächen wird ebenfalls für die Beweidung genutzt. Nennenswert in Bezug auf den Rothirsch ist der Anbau von Raps und Mais.

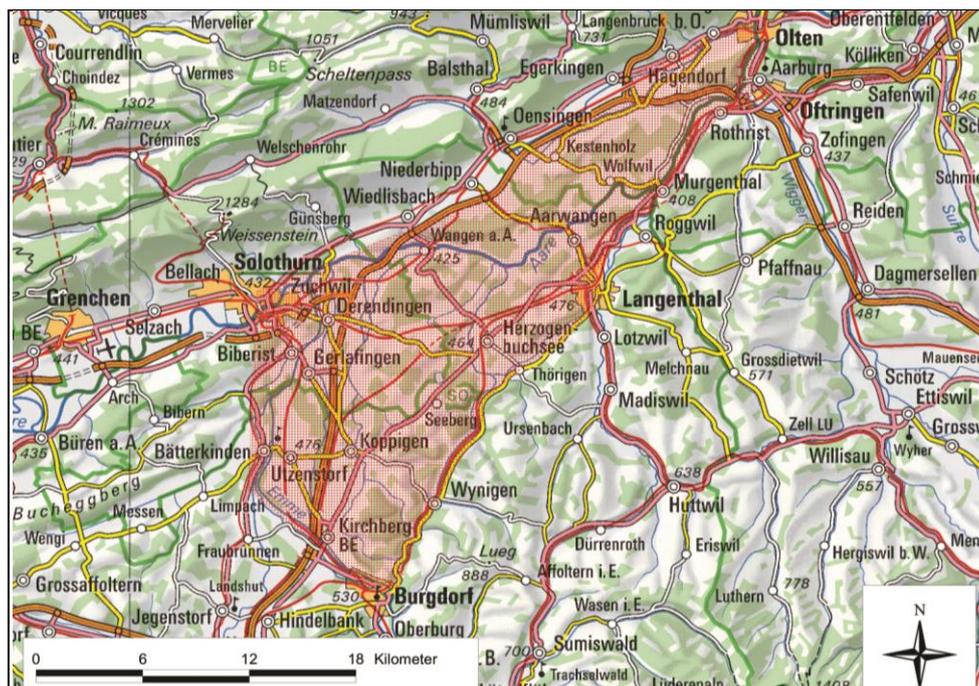


Abb. 2.2. Untersuchungsperimeter des Rothirsch-Projekts im Mittelland. (Geodaten: LK500 © swisstopo)

## Datenerhebung

### GPS-Lokalisierungen

Neben dem Rothirsch-Stier Ardy, der im Rahmen der Übersiedlungen eingefangen wurde und nach ein paar Wochen aus dem Jura wieder zurück ins Mittelland wanderte (Willisch *et al.* 2011), liegen die GPS-Lokalisierungen von zwei weiteren Rothirschen für das Mittelland vor. Dies sind der Stier Yano und das Alttier Wika. Diese beiden Rothirsche konnten im Februar/März 2013 im Bereich des Lengwalds eingefangen und mit GPS-Halsbändern ausgerüstet werden (Willisch *et al.* 2013). Details zum Einfang der Rothirsche sind den Zwischenberichten der Jahre 2012-2014 zu entnehmen (Willisch & Boldt 2012; Willisch *et al.* 2013; Willisch & Boldt 2014).

Die GPS-Halsbänder lieferten unterschiedlich lang Daten der drei Rothirsche. Im Fall von Ardy liegen nach seiner Rückkehr ins Mittelland Lokalisierungen für insgesamt 239 Tage vor. Für Yano fließen Lokalisierungen von 139 Tagen ein und für Wika Lokalisierungen von 584 Tagen (Tab. 2.1).

Tab. 2.1. GPS-Laufdauer und Lokalisierungen der drei Rothirsche im Mittelland.

|      | Periode                | Anzahl Positionen pro 24h-Tag (MW $\pm$ SD) | Total Positionen | Bemerkung   |
|------|------------------------|---|------------------|---|
| Ardy | 27.2.2011 – 30.3.2011  | 62.7 $\pm$ 7.1                              | 1'945            | Rückkehr ins Mittelland am 26.2.2011  |
|      | 31.3.2011 – 31.5.2011  | 37.9 $\pm$ 0.8                              | 2'348            |   |
|      | 1.6.2011 – 21.8.2011   | 19.0 $\pm$ 0.1                              | 1'557            | Erlegt am 25.10.2011  |
|      | 22.8.2011 – 24.10.2011 | 46.8 $\pm$ 1.2                              | 2'995            |   |
|      | Gesamt                 | 37.0 $\pm$ 15.2                             | 8'845            |   |
| Wika | 8.3.2013 – 7.4.2014    | 37.8 $\pm$ 1.0                              | 14'981           | Halsband abgefallen am 12.10.2014   |
|      | 8.4.2014 – 12.10.2014  | 6.7 $\pm$ 0.6                               | 1'262            |   |
|      | Gesamt                 | 27.8 $\pm$ 14.6                             | 16'243           |   |
| Yano | 20.2.2013 – 8.7.2013   | 37.9 $\pm$ 0.4                              | 5'263            | GPS-Defekt ab dem 9.7.2013<br>*nur VHF-Lokalisierungen, Beobachtungen, Fotos.<br>Halsband ca. am 10.3.2014 abgefallen |
|      | 9.7.2013 – 10.3.2014   |   | 21*              |   |
|      | Gesamt                 | 37.9 $\pm$ 0.4                              | 5'284            |   |

Die Lokalisierung der Rothirsche mittels GPS-Halsbänder erfolgte nach vordefinierten Zeitplänen. In der Regel wurden nachts, wenn die Rothirsche generell aktiver sind und sich stärker fortbewegen, mehr Ortungen vorgenommen als tagsüber. Während der Nacht wurden die Rothirsche im Mittelland meist viertelstündlich, halbstündlich oder stündlich geortet, während des Tages jede Stunde bzw. alle 2 Stunden. Im Fall von Wika wurde ab dem 14. Monat das Intervall so eingestellt, dass nachts nur noch alle 3 Stunden eine Position genommen wurde und tagsüber gar nur alle 4 Stunden. Die Lokalisierungs-raten pro 24h-Tag sind für die drei Rothirsche in Tabelle 2.1 zusammengestellt.

## Beobachtungen

Sichtbeobachtungen wurden dazu verwendet, um Angaben zur Populationsgrösse und zur Sozialstruktur der Rothirsche zu erhalten. Systematische Beobachtungen wurden anhand der beiden besenderten Rothirsche Yano und Wika im 2013 und 2014 durchgeführt. Dazu wurden sie mittels VHF-Telemetrie lokalisiert und beobachtet. Die Beobachtungsversuche erfolgten jeweils ab der Abenddämmerung bis in die Nacht hinein. Um die Rothirsche möglichst nicht zu stören, wurden Ferngläser und Restlichtverstärker eingesetzt. Ziel war es, beide Individuen einmal pro Monat aufzusuchen und die Gruppenzusammensetzung der beobachteten Rothirsche zu bestimmen. Während der Setzzeit im Mai/Juni und während der Brunft im September/Okttober wurden die Hirsche nach Möglichkeit mehrmals aufgesucht.

Neben den systematischen Beobachtungen anhand der besenderten Individuen wurden ebenso sämtliche Zufallsbeobachtungen detailliert dokumentiert. Darunter fielen einerseits alle Rothirsch-Sichtungen der im Projekt involvierten Personen (FaunAlpin-Mitarbeitende, Mitarbeitende/Wildhüter der Kantone Bern und Solothurn) als auch Sichtungen Dritter (v.a. Jäger, andere Privatpersonen).

## Fotofallen-Überwachung

Zudem wurden die Rothirsche im Rahmen verschiedener Tätigkeiten systematisch mittels Fotofallen überwacht. Während den Fangversuchen der Winter 2010-11, 2011-12 und 2012-13 wurden an geeigneten Standorten mit künstlichen Fütterungen Fotofallen mit automatischer Bildübermittlung kontrolliert. Diese Überwachung erfolgte, um raschmöglichst über die Anwesenheit von Rothirschen Kenntnis zu haben und frühzeitig auf gute Fanggelegenheiten reagieren zu können. Um die Frage zu klären, ob die Wildtierbrücken über die Autobahn A1 im Kanton Bern von Rothirschen genutzt werden, wurden ab November 2012 bis Januar 2014 die Wildtierbrücken Birchiwald und Neu-Ischlag mit insgesamt 5 Fotofallen bestückt. Zudem wurden zwischen Juli 2013 bis Anfang August 2014 im Kanton Solothurn 9 ausgewählte Standorte mit Fotofallen versehen, um Angaben zur Präsenz von Rothirschen in diesen Bereichen zu gewinnen.

### 3 CHARAKTERISTIKA DER POPULATION



Abb. 3.1. Kahlwild-Rudel im Raum Ersigen (BE) aufgenommen am 15. Oktober 2013 mittels eines Restlichtverstärkers. Zu sehen sind vier Rothirsche: Wika mit Kalb und zwei weiteren Hirschkühen. Kurz zuvor sind die Hirsche aus dem dahinterliegenden Maisfeld ausgetreten.

## Schwerpunktgebiete der Rothirschnachweise

Die Rothirsche haben innerhalb des Projektperimeters drei verschiedene Schwerpunktgebiete. Von Süden nach Norden sind dies der Raum Kirchberg-Utzenstorf-Koppigen, der Wald bei Subingen-Deitingen-Wangenried, und der Lengwald zwischen Bannwil und Boningen (Abb. 3.2). In den dazwischen liegenden Bereichen scheinen die Rothirsche nur gelegentlich aufzutreten, wenn sie zwischen den Schwerpunktgebieten wechseln.

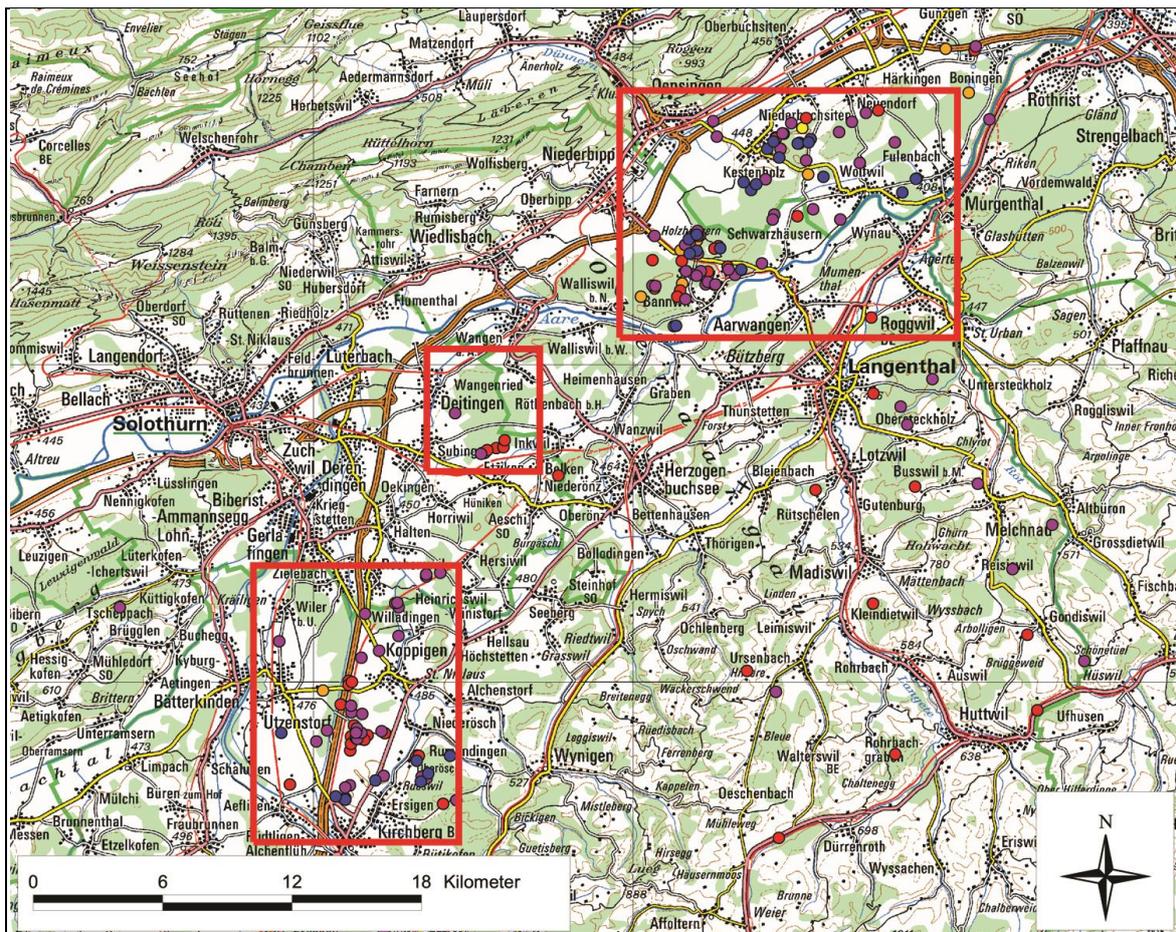


Abb. 3.2. Rothirsch-Nachweise zwischen 2010 und 2014 im Bereich des Berner und Solothurner Mittellandes (2010: gelb, 2011: orange, 2012: rot, 2013: violett, 2014: blau). Die Rechteck-Polygone umrahmen grob die drei Schwerpunkt-Gebiete. (Geodaten: LK200 © swisstopo)

## Populationsgrösse

Aufgrund der rund 300 Rothirschnachweise (Beobachtungen, Fotofallen-Nachweise) und der Kenntnis der räumlichen Bewegungen der 3 GPS-besenderten Rothirsche Ardy, Yano und Wika, ist davon auszugehen, dass der Bestand im Bereich des Berner und Solothurner Mittellands in den Jahren 2010-11 bis 2013-14 um die 15-20 Rothirsche beherbergte. Die retrospektive Beurteilung des Bestandes basierend auf den Nachweisen deutet darauf hin, dass sich zwischen 2010 und 2014 etwa 4-5 Kühe (Schmaltiere und Alttiere) mit alljährlich 1-3 Kälbern in der Region aufhielten. Hinzu kommen wohl 5-10

männliche Rothirsche. Für den Winter 2011-12 ergab eine detaillierte Untersuchung aller Beobachtungen (inkl. Fotofallenbilder), dass sich mindestens 7 verschiedene Stiere im Mittelland aufgehalten haben (Willisch & Boldt 2012).

## Sozialstruktur

Die Sozialstruktur der Rothirsche im Mittelland ist stark saisonal geprägt. Grundsätzlich traten während der Wintermonate bis in den April die grössten Ansammlungen von Rothirschen auf. In dieser Zeit konnten vereinzelt 10 und mehr Rothirsche zusammen beobachtet werden. Im Mai und im Juni waren die Rothirsche dagegen meist allein oder zu zweit unterwegs. Gruppierungen mit mehreren Individuen konnten erst ab Juli und dann im Herbst wieder registriert werden. Die geschilderten Muster gelten prinzipiell für das Kahlwild als auch die männlichen Rothirsche. Beim Kahlwild war die Bildung von Gruppen mit mehr als 3 Individuen jedoch ausgeprägter als bei den Stieren (Abb. 3.3).

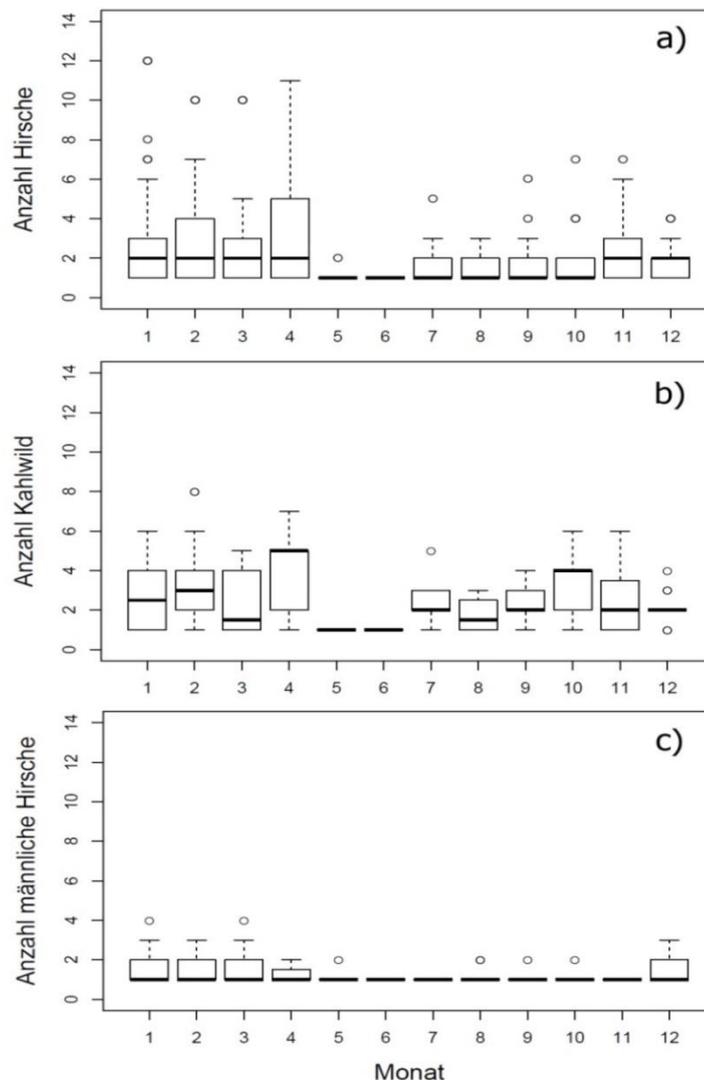


Abb. 3.3. Anzahl gleichzeitig beobachteter Rothirsche im Untersuchungsgebiet: a) alle Rothirsche ungeachtet der Geschlechts- und Sozialklasse (N=299); b) Kahlwild, d.h. weibliche Tiere (Schmaltiere, Alttiere) und Kälber (N=107); c) männliche Rothirsche, d.h. Spiesser und Stiere (N=173).

Was die weitere Zusammensetzung der Rothirsch-Rudel anbelangt, so kann gesagt werden, dass die Rothirsche im Mittelland grundsätzlich in getrenntgeschlechtlichen Gruppen auftreten. Besonders ausgeprägt ist dies im Frühjahr und im Sommer der Fall. In diesen Monaten konnten kaum je Stiere zusammen mit Kühen und Kälbern gesichtet werden (Abb. 3.4). Ab September bis in den Winter hinein waren dann Verbände, in denen Kahlwild zusammen mit Stieren beobachtet werden konnten wieder etwas häufiger. Aber auch hier sei gesagt, dass das Kahlwild nicht immer mit Stieren zusammen war. Im Durchschnitt und übers gesamte Jahr betrachtet beträgt der Anteil der Beobachtungen, wo Kahlwild zusammen mit Stieren gesichtet wurde 20%. Die übrigen 80% der Beobachtungen setzen sich aus ausschliesslichen Kahlwild- respektive Stierrudeln zusammen.

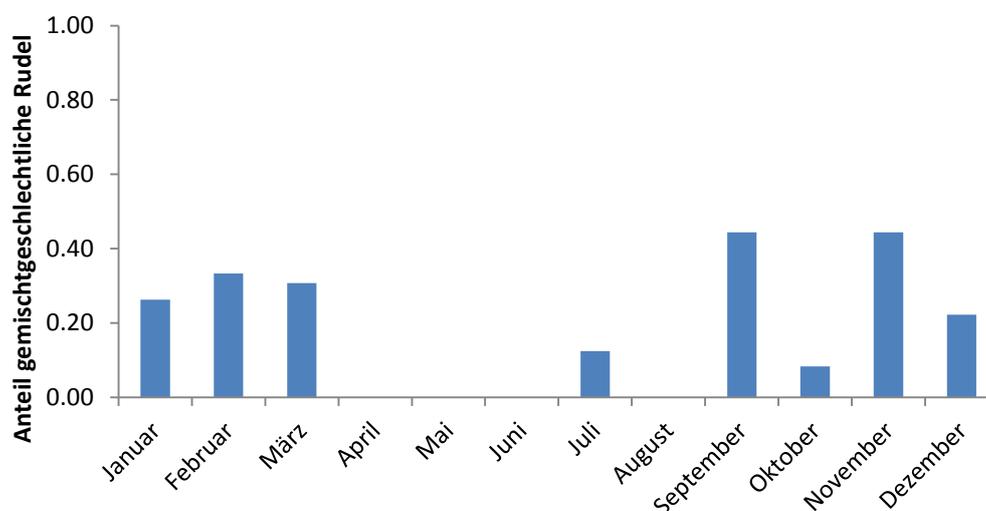


Abb. 3.4. Anteil gemischtgeschlechtlicher Rudel an den gesamten Rothirsch-Beobachtungen, bei denen sämtliche Hirsche entweder dem Kahlwild oder den männlichen Hirschen (Spiesser, Stiere) zugeordnet werden konnten (N=106).

Die Detailbetrachtung (Tab. 3.1) des Kahlwildes ergibt, dass pro Gruppe in den Jahren 2010-2014 im Schnitt  $1.67 \pm 0.59$  Kühe (maximal 4) und  $1.38 \pm 0.55$  Kälber (maximal 3) registriert wurden. Das durchschnittliche Kalb/Kuh-Verhältnis lag bei  $0.49 \pm 0.27$  Kälbern pro beobachtete Kuh ( $N_{\text{Total}} = 64$ ). Die Klasse der Kühe umfasste im Mittelland sowohl Alt- wie auch Schmaltiere. Aufgrund der schwierigen visuellen Altersbeurteilung lässt sich deren zahlenmässiges Verhältnis jedoch nicht im Detail aufschlüsseln.

Tab. 3.1. Kalb/Kuh-Verhältnis pro Gruppe und Anzahl Kühe und Kälber für die Jahre 2010-2014. Angegeben ist jeweils die Stichprobengrösse (N), der Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung, sowie das Maximum in Klammer. Es wurden nur Kahlwildrudel berücksichtigt, deren Mitglieder vollständig einer der beiden Klassen (Kühe oder Kälber) zugeordnet werden konnten.

| Jahr              | N  | Kalb/Kuh                          | Kuh                                   | Kalb                                  |
|-------------------|----|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 2010              | 1  | 0                                 | 3 (3)                                 | 0 (0)                                 |
| 2011              | 6  | $0.58 \pm 0.38$                   | $2.00 \pm 0.63$ (3)                   | $1.33 \pm 1.03$ (3)                   |
| 2012              | 27 | $0.43 \pm 0.55$                   | $1.74 \pm 0.90$ (4)                   | $0.63 \pm 0.79$ (2)                   |
| 2013              | 27 | $0.52 \pm 0.45$                   | $1.44 \pm 0.85$ (3)                   | $0.81 \pm 0.74$ (2)                   |
| 2014              | 3  | $0.72 \pm 0.25$                   | $2.00 \pm 1.00$ (3)                   | $1.33 \pm 0.58$ (2)                   |
| <b>Mittelwert</b> |    | <b><math>0.49 \pm 0.27</math></b> | <b><math>1.67 \pm 0.59</math> (4)</b> | <b><math>1.38 \pm 0.55</math> (3)</b> |

Mit Blick auf die männlichen Rothirsche in der Mittelland-Population lässt sich die Situation wie folgt beschreiben. Total liegen für den Zeitraum von Dezember 2010 bis Oktober 2014 insgesamt 149 Nachweise (Beobachtungen und Fotos) von männlichen Hirschen vor, wobei jedes Jahr männliche Hirsche verschiedener Altersklassen festgestellt wurden. Eine verlässliche Alterseinteilung der über 2-jährigen Hirsche war allerdings nicht möglich. Grundsätzlich ist zu bemerken, dass zwar nicht zu jeder Jahreszeit aber dennoch in jedem Jahr Spiesser, sowie kleinere als auch grosse Mehrender-Stiere nachgewiesen werden konnten. Mit Blick auf die Anzahl Hirsche in den jeweiligen Klassen ist festzuhalten, dass Spiesser eher selten beobachtet wurden. Verteilt auf sämtliche Beobachtungen betrug der Anteil der Spiesser demnach nur gerade  $0.09 \pm 0.14$  Individuen an den gesamthaft über die fünf Jahre registrierten männlichen Rothirschen. Vermutlich hielt sich in jedem Jahr wohl nur 1 Spiesser zumindest zeitweise im Gebiet auf. Mehrender-Stiere hatte es demgegenüber jedes Jahr jeweils verschiedene. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Informationen kann davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei sowohl um junge, noch im Wachstum befindliche Stiere als auch um ältere, ausgewachsene Stiere gehandelt hat. Die Zahl der pro Nachweis beobachteten männlichen Hirsche (inkl. Spiesser) betrug im Mittel um die  $1.34 \pm 0.13$  Individuen. Die maximale Zahl gleichzeitig beobachteter männlicher Hirsche variierte von Jahr zu Jahr zwischen 3 und 4 Stück (Tab. 3.2).

Tab. 3.2. Anzahl beobachteter Spiesser und männlicher Rothirsche für die Jahre 2010-2014 pro Gruppe. Angegeben ist jeweils die Stichprobengrösse (N), der Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung, sowie das Maximum in Klammer. Es wurden ebenfalls Beobachtungen berücksichtigt, bei denen nicht alle Individuen einer genauen Geschlechts- bzw. Altersklasse zugeordnet werden konnten.

| <b>Jahr</b>       | <b>N</b> | <b>Spiesser</b>                       | <b>Männliche Hirsche</b>              |
|-------------------|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 2010              | 0        | -                                     | -                                     |
| 2011              | 19       | $0.33 \pm 0.49$ (1)                   | $1.53 \pm 0.90$ (4)                   |
| 2012              | 48       | $0.06 \pm 0.25$ (1)                   | $1.42 \pm 0.65$ (3)                   |
| 2013              | 53       | $0.04 \pm 0.19$ (1)                   | $1.26 \pm 0.56$ (3)                   |
| 2014              | 29       | $0.07 \pm 0.26$ (1)                   | $1.24 \pm 0.64$ (4)                   |
| <b>Mittelwert</b> |          | <b><math>0.09 \pm 0.14</math> (1)</b> | <b><math>1.34 \pm 0.13</math> (4)</b> |

## Fortpflanzung

Die Vermutung, wonach es in der Rothirsch-Population im Mittelland zur Reproduktion kommt, konnte im Rahmen der Studie bestätigt werden. So führte Wika im Jahr 2014 ein Kalb, nachdem sie sich während der gesamten Brunftzeit im September/Okttober 2013 im Mittelland aufhielt. Von Fotofallenaufnahmen zur Brunftzeit im Jahr 2012 und gezielten Beobachtungen im Jahr 2013 wissen wir zudem, dass sich neben Wika ebenfalls weitere Hirschkühe zusammen mit mehrjährigen, teils ausgewachsenen und damit fortpflanzungsfähigen Stieren im Mittelland aufgehalten haben. Es ist daher naheliegend, dass wohl auch weitere Jungtiere, welche das Jahr über im Mittelland zu beobachten waren, in dieser Region gezeugt und geboren wurden.

Inwieweit Hirschkühe zur Fortpflanzungszeit das Mittelland verlassen und ins südlich gelegene Emmental/Voralpengebiet ziehen, ist nicht bekannt. Offen ist ebenso, in welchem Ausmass (saisonale) Migrationsbewegungen von Hirschkühen mit Jungtieren zwischen der Mittelland-Population und den südlich angrenzenden Hirschvorkommen grundsätzlich auftreten. Der Nachweis der Kuh Ornella, welche im Jahr 2002 bei Giswil (Kanton Obwalden) markiert und besendert wurde und ab dem Jahr 2004 im Lengwald im Mittelland wiederholt festgestellt wurde, zeigt jedoch auf, dass auch ein Einwandern von Muttertieren mit Jungen denkbar wäre. Konkrete Hinweise auf saisonal einwandernde Kühe ins Mittelland bestehen derzeit allerdings keine.

Gesichert ist, dass zumindest ein Teil der Stiere, welche sich im Winter bis anfangs Herbst im Mittelland aufhalten, während der Brunft ins südlich gelegene Emmental und Voralpen-Gebiet ziehen. Aufgrund der beiden GPS-besenderten Hirsche Ardy und Yano konnten entsprechende Brunftwanderungen nämlich für zwei Individuen dokumentiert werden (Kapitel 4). Ardy zog es im September 2011 bis in die Region um Trub im Emmental. Hier machte er sich während Wochen an einem Rothirsch-Gehege zu schaffen, in welches er einzudringen versuchte. Ende Oktober 2010 wurde er schliesslich von der kantonalen Wildhut erlegt. Yano wanderte zur Brunftzeit 2013 gar noch weiter. Im Raum Schangnau/Kemmeriboden, verweilte er bis zu Beginn des Winters. Anfangs Dezember kehrte er jedoch wieder ins Mittelland zurück, wo er den anschliessenden Winter verbrachte. Im Folgejahr zog es Yano Mitte September erneut in die Voralpen. Auf seinem Weg dorthin, wurde er bei Marbach (LU) in einer Kollision mit einem Personenwagen auf der Hauptstrasse getötet.

## Mortalität

Was die Mortalität in der Rothirsch-Population im Mittelland anbelangt, so bestehen nach wie vor grosse Wissenslücken. So haben wir derzeit keine Kenntnis über die jährliche Gesamtmortalität in der Population. Dies liegt insbesondere daran, dass keine Hinweise zu natürlichen Mortalitätsursachen vorliegen. Das heisst, es sind für den Zeitraum der Untersuchung keine Fälle bekannt, in denen Rothirsche aus natürlichen Gründen, wie Alter oder Krankheit, gestorben sind. Entsprechend fehlen grundlegende Anhaltspunkte, um diesen Anteil der Mortalität zu quantifizieren. Verlässliche Angaben gibt es bloss zur jagdlichen und zur verkehrsbedingten Mortalität.

Nach einem langjährigen Jagd-Moratorium wurden im Bereich des Projektperimeters auf dem Gebiet des Kantons Bern erstmals im Jahr 2010 wieder Rothirsche bejagt. Dabei erlegten Jäger im Lengwald 4 Rothirsche (1 männliches Kalb, 1 Spiesser, 1 mehrjähriger Stier und 1 Alttier). Vor Beginn der Jagd wurde zudem ein weiteres Alttier (die markierte Kuh Ornella) ebenfalls im Lengwald gewildert und tot aufgefunden. 2010 sind also insgesamt 5 Rothirsche in der Mittelland-Population geschossen worden. Im Folgejahr 2011 wurde im Kanton Bern kein Rothirsch mehr innerhalb des Projektperimeters erlegt. Dafür verzeichnete der Kanton Solothurn einen Abschuss eines weiblichen Kalbes bei Subingen (Revier 20). Seither ist die Jagd auf Rothirsche im Berner und im Solothurner Mittelland wieder untersagt. Entsprechend wurden dort auf der ordentlichen Jagd keine Hirsche mehr geschossen. Zu erwähnen gilt es allerdings noch den Rothirsch Ardy, der während der Brunft im Emmental beim Versuch in ein Rothirsch-Gehege einzudringen Ende Oktober 2011 erlegt wurde.

Mit Blick auf die verkehrsbedingte Mortalität im Berner und Solothurner Mittelland sind ab dem Frühjahr 2010 bis im Herbst 2014 insgesamt 9 Rothirsche (3 Spiesser, 3 mehrjährige Stiere, 2 Alttiere und 1 Schmaltier) durch Kollisionen mit Fahrzeugen zu Tode gekommen oder mussten durch einen Fangschuss erlöst werden. Ein weiterer Rothirsch (ein Alttier) wurde in derselben Periode von einem Personenwagen angefahren, konnte jedoch nicht aufgefunden werden. Vier der genannten tödlichen Kollisionen ereigneten sich auf der Autobahn A1. Die übrigen auf doppelspurig geführten Hauptstrassen. Zu erwähnen ist ferner, dass ebenfalls der Rothirsch Yano als eigentlicher Mittelland-Hirsch durch eine Kollision mit einem Personenwagen bei Marbach (LU) im September 2014 ums Leben kam.

Ab dem Frühjahr 2010 bis zum Herbst 2014 ist im Bereich des Berner und Solothurner Mittellandes gesamthaft (die beiden Individuen Ardy und Yano eingerechnet) ein Abgang von minimal 17 Rothirschen (4 Alttiere, 1 Schmaltier, 2 Kälber, 4 Spiesser und 6 mehrjährige Stiere) zu verzeichnen gewesen.

## Austausch mit anderen Rothirsch-Vorkommen

Die beiden GPS-besenderten Rothirsche Ardy und Yano legen mit ihren weitläufigen Brunft-Wanderungen nahe (Kapitel 4), dass die Population im Mittelland unmittelbar mit den südlich gelegenen Rothirsch-Vorkommen verbunden ist. Offen ist jedoch, wie der Austausch genau aussieht. Durch die Sendertiere zumindest belegt ist, dass Rothirsche-Stiere aus dem Mittelland während der Brunft ins Emmental und Voralpengebiet ziehen. Ob im Gegenzug andere Rothirsche ins Mittelland einwandern, ist nicht klar. Unklar ist ebenfalls, ob es grundsätzlich saisonal migrierende Rothirsche zwischen Mittelland und Emmental/Voralpen gibt. Vage Hinweise, dass Rothirsche möglicherweise saisonal oder permanent ins Mittelland einwandern könnten, existieren allerdings schon jetzt. Ab dem Sommer 2013 und im Winter 2013/14 konnten im Mittelland nämlich gleich mehrere junge Stiere festgestellt, die während den intensiven Fangbemühungen im Winter zuvor nicht nachgewiesen werden konnten. Die Vermutung liegt deshalb nahe, dass diese Individuen im Verlauf des Jahres aus dem südlich gelegenen Emmental/Voralpengebiet eingewandert sind.

Obwohl die Rothirsche im Mittelland vereinzelt ebenfalls versuchen, die Autobahn A1 zu überqueren (April 2011: Kollision mit Alttier und Schmaltier auf der A1 bei Härkingen/Gunzgen; April 2013: Kollision mit einem Alttier bei Härkingen/Gunzgen; August 2013: Schmaltier auf der Autobahn bei Oensingen), ist derzeit ein bedeutender Austausch mit dem Jura unwahrscheinlich. Trotzdem, es stellt sich die Frage, ob einzelne der im Jura nachgewiesenen Rothirsche ursprünglich aus der Mittelland-Population entstammen könnten. Schliesslich schaffte es der Rothirsch Ardy auch unbeschadet vom Jura ins Mittelland, indem er die Autobahnen A5 und A1 nacheinander bei Luterbach überquert hatte.

## 4 RAUMNUTZUNG DER ROTHIRSCHES



Abb. 4.1. Fotofallen-Aufnahme des Rothirsches Ardy an einem Rothirsch-Gehege bei Trub (BE) am 22. September 2011 (Foto: P. Siegenthaler, Wildhüter Kt. Bern). Ardy zog es im Verlauf des Septembers zur Brunftzeit ins südlich gelegene Emmental. Der Ort der Fotofallen-Aufnahme im Emmental und sein Einstandsgebiet im Mittelland liegen etwa 28 km voneinander entfernt.

## Zusammenfassung

Das Raumnutzungsverhalten von Rothirschen im Berner und Solothurner Mittelland wurde basierend auf den GPS-Lokalisationen dreier besonderter Individuen bestimmt. Für Vergleichszwecke sind dieselben Analysen ebenfalls für acht Rothirsche in den Voralpen durchgeführt worden.

Die Ortsverschiebungen der Mittelland-Rothirsche von einem Tag auf den nächsten waren demnach während des gesamten Jahres jeweils deutlich grösser als die ihrer Artgenossen in den Voralpen. Das heisst, dass die Rothirsche im Mittelland ihre Tageseinstände öfters grossräumiger verlegten als die Rothirsche in den Bergregionen. Mit Blick auf die Bewegungen innerhalb der Tageseinstände zeigten die Analysen weiter, dass abhängig vom Monat zwischen den Rothirschen im Mittelland und denen in den Voralpen zwar Unterschiede bestanden, diese übers Jahr gesehen statistisch jedoch nicht konsistent waren. In der Tendenz schienen die Rothirsche im Mittelland aber dennoch oftmals eher unterdurchschnittliche bis bestenfalls durchschnittliche Verschiebungsdistanzen aufzuweisen, was darauf hindeutet, dass die Mittelland-Rothirsche innerhalb ihrer Tageseinstände möglicherweise etwas ortsgebundener waren als die Rothirsche in den Voralpen.

Hinsichtlich grossräumiger, saisonaler Einstandswechsel kann festgehalten werden, dass solche ebenfalls unter den besondern Mittelland-Rothirschen auftraten. Wika verblieb zwar ganzjährig im Berner und Solothurner Mittelland, sie verfügte dort jedoch über weiträumig getrennte Sommer- und Wintereinstände. Zwischen diesen wechselte sie jeweils im Frühjahr und im Spätherbst. Auch Ardy nutzte vom Winter bis zu Beginn des Herbstes zeitlich und räumlich getrennte Einstände innerhalb des Mittellandes. Zur Brunftzeit wanderte er aber ins südlich gelegene Emmental ab, wo er dann gegen Ende Oktober an einem Rothirsch-Gehege erlegt wurde. Im Gegensatz zu Wika und Ardy hatte Yano im Mittelland zwar nur ein Einstandsgebiet, das er jeweils vom Winter bis zu Herbstanfang beging. Mit Beginn der Brunft im September zog es aber auch ihn ins südlich gelegene Voralpengebiet. Hier verblieb er bis zum Winterbeginn, bevor er wieder ins Mittelland zurückkehrte.

Im Vergleich zu den Rothirschen in den Voralpen wiesen alle drei Mittelland-Rothirsche schliesslich relativ grosse Ganzjahresstreifgebiete auf. Saisonal betrachtet, waren die Streifgebiete im Frühjahr und Herbst, wenn auch die Rothirsche im Mittelland migrierten, am grössten. Wika verfügte aber selbst während des Sommers und des Winters noch über erstaunlich grosse Streifgebiete, während die Streifgebietsgrössen von Ardy und Yano zu diesen Jahreszeiten im Bereich derjenigen der Voralpen-Rothirsche lagen.

Die Analysen zum Raumverhalten der Rothirsche im Mittelland zeigen auf, dass hier eine grosse Vielfalt besteht. Demnach treten bereits unter Einbezug dreier Rothirsche beachtliche individuelle Unterschiede in der Raumnutzung zutage. Charakteristisch für die Mittelland-Rothirsche scheinen ihre grossen nächtlichen Ortsverschiebungen zu sein, während sie sich tagsüber womöglich weniger stark bewegen als ihre Artgenossen in den Voralpen. Insgesamt führt dies zu einer unsteten, weiträumigen Raumnutzung. Schliesslich beanspruchen zumindest saisonal migrierende Mittelland-Rothirsche ebenfalls im Jahresverlauf einen vergleichsweise grossen Lebensraum für sich. Saisonale Einstandswechsel können offenbar gänzlich innerhalb des Mittellandes auftreten, wie

auch mit der südlich gelegenen Emmental-/Voralpenregion. Offen ist, inwiefern noch weitere Raumnutzungsmuster unter den im Mittelland lebenden Rothirschen auftreten.

## Einleitung

Zur Raumnutzung des Rothirsches (*Cervus elaphus*) existieren mittlerweile zahlreiche Forschungsarbeiten. Entsprechend gross sind im Grundsatz die diesbezüglichen Kenntnisse. Trotzdem ist es nicht möglich den Rothirsch in ein allgemeingültiges Schema zu packen, welches sein räumlich-zeitliches Verhalten in seiner Gesamtheit erklären würde. Bezeichnend für den Rothirsch ist, dass er offensichtlich sehr anpassungsfähig ist. So ist er in der Lage sich mit verschiedensten Umweltbedingungen zu arrangieren (Haller & Haller 2002; Mattioli 2011). Besonders prägend auf sein Verhalten wirkt sich sein hohes Sicherheitsbedürfnis aus (Baumann & Imesch 2010; Haller & Haller 2002). Je nach Art und Häufigkeit auftretender Störungen zeigt der Rothirsch unterschiedliche Aktivitäts- und Raumnutzungsmuster (Mattioli 2011). Unter günstigen Bedingungen sucht er durchaus auch tagsüber offene Bereiche in seinem Lebensraum zur Nahrungsaufnahme auf, welche über der Waldgrenze liegen (Schmidt 1993; Haller & Haller 2002), während er in Gebieten mit häufigen Störungen fast ausschliesslich nachts auf die Weiden zur Nahrungsaufnahme austritt (Zweifel-Schielly *et al.* 2009). So variabel das kleinräumige Verhaltensmuster der Rothirsche ist, so gross ist ebenfalls das Spektrum in Bezug auf ihr saisonales, grossräumiges Verhalten. Demnach wurden in den bisherigen Studien zur Streifgebietsgrösse der Hirsche riesige Unterschiede gefunden. Besonders im voralpinen und alpinen Lebensraum beobachtet man eine beachtliche Variation (Luccarini *et al.* 2006; Mattioli 2011). Nicht selten hängen die Unterschiede mit einem individuell verschieden stark ausgeprägten saisonalen Migrationsverhalten der Hirsche zusammen. Dabei zeichnen sich grob zwei Typen von Rothirschen ab. Zum einen die „stationären“ Hirsche, deren Sommer- und Winterstreifgebiete ganz oder zumindest teilweise überlappen und zum anderen die „migrierenden“ Hirsche, deren Sommer- und Winterstreifgebiete getrennt und teils weit voneinander entfernt sind (Georgii 1980; Luccarini *et al.* 2006; Zweifel-Schielly *et al.* 2009; Willis *et al.* 2012). Im Gebirge geht die Verschiebung bzw. Ausweitung der Winterstreifgebiete auf die Sommerstreifgebiete oftmals mit einer vertikalen Höhenverschiebung einher (Zweifel-Schielly *et al.* 2009). Es wird davon ausgegangen, dass die saisonale Verlegung der Streifgebiete zu einem grossen Teil mit der Verfügbarkeit und Qualität der Nahrung in Zusammenhang steht (Zweifel-Schielly *et al.* 2012).

Inwieweit das Raumverhalten der Rothirsche im dicht besiedelten Mittelland mit demjenigen der Rothirsche in den Gebirgsregionen übereinstimmt, ist derzeit offen. Zu vermuten ist, dass die Rothirsche infolge der hohen Siedlungs- und Verkehrsträgerdichte sowie infolge der intensiven menschlichen Nutzung des Mittellands ihr räumlich-zeitliches Verhalten anpassen, um in diesem Lebensraum bestehen zu können. Mit Blick auf die täglichen Bewegungen, sind grundsätzlich zwei Szenarien denkbar, wie die Rothirsche im Mittelland mit dem dortigen erhöhten Nutzungsdruck durch die Menschen und der stärker fragmentierten Landschaft umgehen könnten. Erstens, die Rothirsche engen ihren Bewegungsraum noch stärker als die Rothirsche im Gebirge ein, um nicht entdeckt zu werden. Sie konzentrieren ihre Aufenthalte gezielt auf besonders ungestörte Bereiche in ihrem Lebensraum. Sie bleiben dort jeweils möglichst lange, bevor sie wiederum in einen anderen vergleichbaren Bereich wechseln. Dieses Verhalten führt zu einer Raumnutzung, die besonders stark geprägt ist durch eine alltäglich wiederholte Nutzung immer derselben favorisierten und besonders geeigneten Estände. Als zweite

Möglichkeit könnten die Rothirsche im Mittelland aber auch das Gegenteil machen. Indem sie ihren Lebensraum (anstatt kleinräumig und wiederholt) flächiger und unsteter nutzen als ihr Verwandten im Gebirge, würden sie sich unvorhersehbarer machen. In der Folge wäre zu erwarten, dass die Rothirsche vermehrt ihre Einstände grossräumig wechseln. Natürlich müssten auch in einem solchen Fall entsprechende Habitate, welche den Ansprüchen in punkto Sicherheit am Tag und Nahrung in der Nacht genügen, hinreichend vorhanden sein. Inwieweit sich das Raumverhalten der Rothirsche im Mittelland in punkto Streifgebietsgrösse von denjenigen im Berggebiet unterscheidet ist kaum vorherzusehen, da dieser Parameter von zahlreichen, teils auch individuellen Faktoren abhängig ist. Unterschiede in der Habitatqualität und -verfügbarkeit spielen aber sicherlich eine Rolle.

Im vorliegenden Kapitel wird untersucht, inwiefern sich die Rothirsche im Mittelland in Bezug auf ihr Raumverhalten von denjenigen in den Bergregionen unterscheiden. Hierzu werden einerseits die täglichen Bewegungen der Rothirsche analysiert, als auch deren saisonalen und ganzjährigen Streifgebietsgrössen. Um einen direkten Vergleich zu den Rothirschen in Bergregionen zu haben, werden in den Analysen ebenfalls Daten der Rothirsche aus den Voralpen präsentiert.

Konkret geklärt werden folgende Fragen:

- Inwiefern bestehen zwischen den Rothirschen im Mittelland und denjenigen in den Voralpen Unterschiede im Aufsuchen ihrer Tageseinstände, und wie stark bewegen sich die Rothirsche während des Tages innerhalb dieser Einstände?
- Gibt es ebenfalls im Mittelland saisonal bedingte grossräumige Einstandswechsel, wie sie aus den Voralpen bekannt sind?
- Wie gross sind die ganzjährigen und saisonalen Streifgebiete der Rothirsche im Mittelland im Vergleich zu denjenigen der Rothirsche in den Voralpen?

## Methode

### Lokalisationen

Um die vorliegenden Fragen zu beantworten, wurden als Datengrundlage die vorhandenen Lokalisationsdaten der drei im Mittelland besenderten Rothirsche Ardy, Wika und Yano verwendet. Zum Vergleich flossen zudem die Lokalisationsdaten von acht Rothirschen aus den Voralpen in die Analysen mit ein (Abb. 4.2) (Willisch *et al.* 2012; Boldt & Willisch 2014). Sowohl die Daten der Mittelland-Rothirsche als auch diejenigen der Voralpen-Rothirsche wurden mittels GPS-Halsbänder des Herstellers *Vectronic* gewonnen (Typen: *GPS Pro light-3* und *GPS Pro light-4*). 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 4.1 zusammengestellt. Prinzipiell wurden für jedes Individuum sämtliche ermittelten GPS-Lokalisationen unabhängig ihrer Genauigkeit für die Analysen verwendet, wobei durch ein vorgängiges Daten-Screening offensichtlich fehlerhafte Lokalisationsangaben zuvor bereits eliminiert worden waren (Stache *et al.* 2012). Der mittlere DOP (englisch: *dilution of precision*) der verwendeten Lokalisationen liegt für alle Tiere zwischen 3.7 und 5.5. 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 65.9 % (Scotch) bis 95.7 % (Ardy) der Lokalisationen pro Individuum zu. Mit zunehmenden DOP schwindet die Genauigkeit. 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  $16 \pm 26$  m liegen dürfte. 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 sind.

Um das Raumnutzungsverhalten von Yano nach dem Defekt seines GPS-Halsbandes im Juli 2013 zu beschreiben, wurden neben den GPS-Lokalisationen vereinzelt ebenfalls Lokalisationsdaten basierend auf Beobachtungen, Fotofallaufnahmen oder VHF-Telemetrie verwendet.

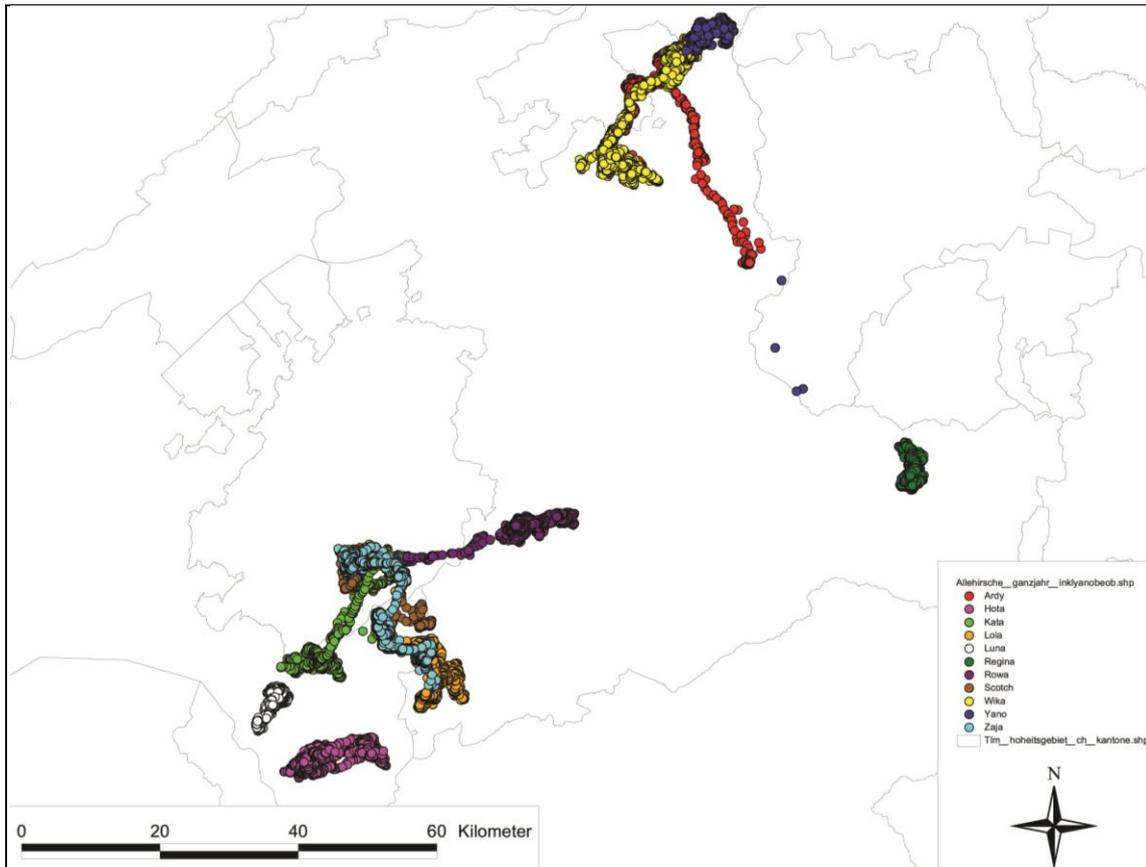


Abb. 4.2. Kartographischer Überblick über die verwendeten GPS- Positionen der Rothirsche im Mittelland und in den Voralpen.

### **Distanz zwischen Tageseinständen**

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

### **Distanz zwischen Morgen- und Nachmittagseinständen**

Die Bewegungen innerhalb der Tageseinstände wurden räumlich untersucht, indem die Distanzen zwischen den Morgen- und den Nachmittagseinständen ermittelt wurden. Zur Bestimmung des mittleren Morgeneinstandes wurden Lokalisationen im Zeitraum zwischen 6:00 und 8:59 Uhr UTC herangezogen, zur Bestimmung des mittleren Nachmittagseinstandes Lokalisationen zwischen 14:00 und 16:59 Uhr UTC.

### **Grossräumige Einstandswechsel**

Um die Frage zu klären, ob Rothirsche im Mittelland ebenfalls ihre Einstände saisonal bedingt und grossräumig wechseln, wurden die Bewegungen der drei besenderten Mittelland-Individuen Ardy, Wika und Yano im Detail angeschaut. Die Beschreibung erfolgt deskriptiv.

Tab. 4.1. Informationen zu Laufdauer, Menge und Genauigkeit der erhobenen GPS-Lokalisationen pro Tier.

| ID     | Start      | Ende       | Dauer (Tg.) | Lokal. Total | Mittl. Anzahl Lokal. pro 24-h Tag | Lokal. tagsüber (07:00-14:59 UTC) | Mittl. Anzahl Lokal. tagsüber | Lokal. nachts (20:00-03:59 UTC) | Mittl. Anzahl Lokal. nachts | DOP (MW ± SD) | DOP < 10 |
|--------|------------|------------|-------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------|----------|
| Ardy   | 27.02.2011 | 24.10.2011 | 239         | 8'845        | 37.0                              | 2'027                             | 8.5                           | 3'611                           | 15.1                        | 4.0 ± 2.2     | 95.7%    |
| Wika   | 08.03.2013 | 12.10.2014 | 583         | 16'243       | 27.9                              | 3'493                             | 6.0                           | 6'877                           | 11.8                        | 3.7 ± 2.1     | 93.7%    |
| Yano*  | 20.02.2013 | 08.07.2013 | 138         | 5'263        | 38.1                              | 1'111                             | 8.1                           | 2'219                           | 16.1                        | 3.9 ± 2.5     | 86.5%    |
| Hota   | 14.03.2011 | 06.09.2012 | 542         | 12'514       | 23.1                              | 2'140                             | 3.9                           | 5'739                           | 10.6                        | 4.7 ± 2.8     | 84.6%    |
| Kata   | 04.03.2009 | 22.01.2012 | 1'054       | 18'761       | 17.8                              | 3'648                             | 3.5                           | 8'530                           | 8.1                         | 5.0 ± 3.2     | 78.1%    |
| Lola   | 24.02.2010 | 06.02.2013 | 1'078       | 24'269       | 22.5                              | 4'280                             | 4.0                           | 11'004                          | 10.2                        | 4.2 ± 2.4     | 92.8%    |
| Luna   | 16.03.2011 | 20.11.2012 | 615         | 13'963       | 22.7                              | 2'451                             | 4.0                           | 6'337                           | 10.3                        | 4.7 ± 2.7     | 88.3%    |
| Regina | 28.02.2013 | 01.05.2014 | 427         | 7'793        | 18.3                              | 1'637                             | 3.8                           | 3'289                           | 7.7                         | 4.5 ± 2.8     | 86.2%    |
| Rowa   | 16.03.2010 | 02.03.2013 | 1'082       | 24'354       | 22.5                              | 4'303                             | 4.0                           | 11'025                          | 10.2                        | 4.0 ± 2.2     | 94.0%    |
| Scotch | 19.08.2009 | 10.03.2010 | 203         | 1'680        | 8.3                               | 590                               | 2.9                           | 648                             | 3.2                         | 5.5 ± 3.9     | 65.9%    |
| Zaja   | 19.02.2010 | 17.09.2011 | 575         | 13'404       | 23.3                              | 2'267                             | 3.9                           | 6'172                           | 10.7                        | 4.4 ± 2.6     | 90.1%    |

\*Yano: zusätzlich 21 Lokalisationen durch VHF-Peilung, Beobachtung, Fotofallennachweis bis 15.9.2014

## Ermittlung der Streifgebiete

Als primäre Methode wird zur Ermittlung der Streifgebiete der Rothirsche 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 auf bewegungsbasierten Daten (Benhamou & Cornelis 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 (MKP) 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. Vollständigkeitshalber wurden die Streifgebiete ebenfalls mittels der Minimum-Konvex-Polygon-Methode berechnet. Aufgrund ihrer Einfachheit (ohne weiterführende Annahmen) und ihrer breiten Anwendung in zahlreichen Studien ergab sich dadurch die Möglichkeit, die ermittelten Werte direkt mit solchen aus anderen Regionen zu vergleichen. Im Fall von Yano wurde zur Berechnung des Streifgebietes mittels MKP-Methode ab dem Ausfall des GPS-Halsbands ebenfalls Nachweise in Form von VHF-Peilungen, Beobachtungen und Fotofallennachweisen berücksichtigt. Ansonsten wurden ausschliesslich die vorhandenen GPS-Lokalisationen herangezogen.

## Statistische Analysen

Die statistischen Analysen und die Ermittlung der Streifgebiete wurden mit der Software R (Version 3.1) ausgeführt. Zur Klärung der Frage, ob sich die Bewegungen der Rothirsche im Mittelland von denjenigen in den Voralpen unterscheiden wurden Mixed-Effects-Modelle (Pinheiro & Bates 2000) gerechnet. Die Berechnung der Streifgebiete erfolgte mit dem package *adehabitatHR* (Caléngue 2006; Caléngue 2011).

## Resultate

### **Distanz zwischen Tageseinständen**

Die mittlere Distanz zwischen den Tageseinständen der Rothirsche an aufeinanderfolgenden Tagen betrug über das gesamte Jahr  $804 \pm 1'315$  m (Tab. 4.2). Die grosse Streubreite der Werte deutet daraufhin, dass aufeinanderfolgende Tageseinstände zuweilen sehr nah, dann aber durchaus sehr weit auseinander liegen konnten. Wie die Detailanalyse zeigt, bestanden allerdings statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Monaten im Jahr, als auch zwischen den Rothirschen im Mittelland und denjenigen in den Voralpen (Mixed-Effects Model: Monat:  $F_{11;6456} = 16.1$ ,  $p < 0.0001$ ; Population:  $F_{1;9} = 11.0$ ,  $p = 0.009$ ; Monat x Population:  $F_{11;6456} = 5.2$ ,  $p < 0.0001$ ). In den Monaten Juni und Juli war die durchschnittliche Distanz zwischen den Tageslagern über alle Rothirsche grundsätzlich am geringsten, in den Monaten April, Oktober und November am grössten. Von besonderer Bedeutung ist, dass die Distanzen zwischen aufeinanderfolgenden Tageseinständen bei den Mittelland-Rothirschen insgesamt signifikant grösser waren als diejenigen der Rothirsche in den Voralpen. Wika beispielsweise verschob ihre Tageseinstände von einem Tag auf den nächsten um durchschnittlich  $1'364 \pm 2'162$  m, Ardy um  $1'714 \pm 3'259$  m und Yano um  $975 \pm 1'013$  m (Tab. 4.2). Im Vergleich dazu lagen mit Ausnahme von Hota ( $1'047 \pm 1'119$  m) und Scotch ( $1'050 \pm 1'408$  m) die Distanzen zwischen den Tageseinständen für sämtliche anderen Voralpen-Rothirsche im Durchschnitt jeweils unter  $1'000$  m. Grafisch sind die Distanzen zwischen aufeinanderfolgenden Tageseinständen in Abhängigkeit des Monats und der Population (d.h. ob Mittelland oder Voralpen) in Abb. 4.3 dargestellt. Zu bemerken gilt, dass von den Mittelland-Rothirschen nur für Wika Daten vorlagen, welche das gesamte Jahr abdeckten.

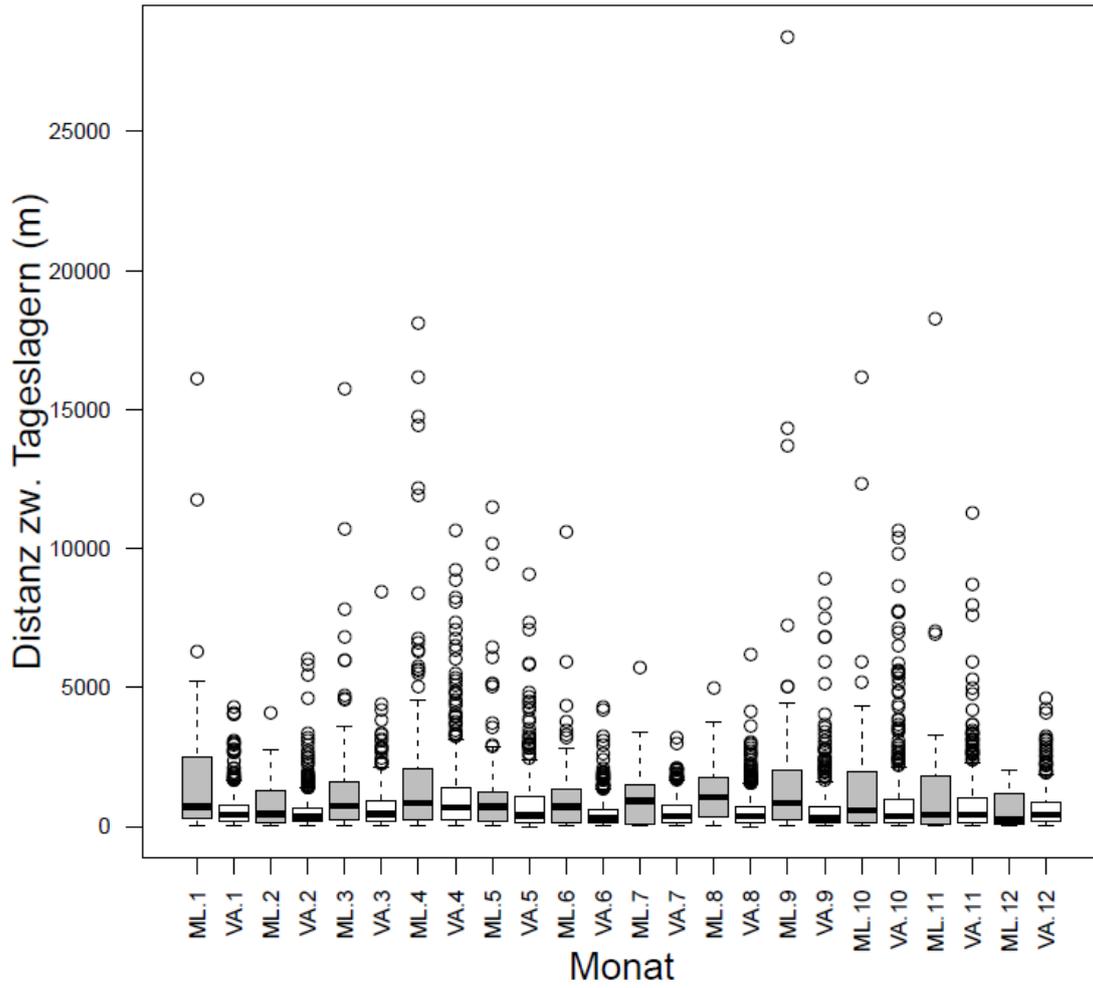


Abb. 4.3. Box-Plot-Diagramm für die Distanzen (m) zwischen aufeinanderfolgenden Tageslagern für Mittelland-Rothirsche (ML) und Voralpen-Rothirsche (VL) getrennt pro Monat.

Tab. 4.2. Mittlere Distanzen (in m, MW  $\pm$  SD) zwischen aufeinanderfolgenden Tageseinständen pro Monat für die verschiedenen Rothirsch-Individuen (grau eingefärbt: MW > Monatsdurchschnitt über alle Individuen).

|                     | Januar                            | Februar                         | März                              | April                               | Mai                               | Juni                            | Juli                            | August                          | September                         | Oktober                           | November                          | Dezember                        | Durchschnitt                      |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Ardy*               |                                   | 676 $\pm$ 483                   | 1'153 $\pm$ 960                   | 3'080 $\pm$ 4'301                   | 1'475 $\pm$ 2'066                 | 1'567 $\pm$ 2'143               | 696 $\pm$ 868                   | 769 $\pm$ 1'102                 | 3'068 $\pm$ 6'069                 | 2'127 $\pm$ 4'101                 |                                   |                                 | 1'714 $\pm$ 3'259                 |
| Wika                | 2'267 $\pm$ 3'623                 | 747 $\pm$ 776                   | 1'639 $\pm$ 2'924                 | 2'044 $\pm$ 3'542                   | 1'259 $\pm$ 2'209                 | 890 $\pm$ 876                   | 1'171 $\pm$ 1'045               | 1'386 $\pm$ 995                 | 1'292 $\pm$ 1'143                 | 1'180 $\pm$ 1'152                 | 1'827 $\pm$ 3'600                 | 592 $\pm$ 661                   | 1'364 $\pm$ 2'162                 |
| Yano                |                                   | 1'238 $\pm$ 1'368               | 1'211 $\pm$ 1'174                 | 1'114 $\pm$ 1'135                   | 940 $\pm$ 803                     | 668 $\pm$ 811                   | 506 $\pm$ 574                   |                                 |                                   |                                   |                                   |                                 | 975 $\pm$ 1'013                   |
| Hota                | 936 $\pm$ 786                     | 790 $\pm$ 654                   | 720 $\pm$ 519                     | 1'410 $\pm$ 1'478                   | 786 $\pm$ 1'037                   | 905 $\pm$ 571                   | 988 $\pm$ 719                   | 1'071 $\pm$ 714                 | 981 $\pm$ 1'511                   | 2'007 $\pm$ 2'059                 | 1'048 $\pm$ 1'424                 | 1'165 $\pm$ 1'178               | 1'047 $\pm$ 1'119                 |
| Kata                | 581 $\pm$ 563                     | 611 $\pm$ 852                   | 617 $\pm$ 527                     | 1'091 $\pm$ 1'513                   | 945 $\pm$ 1'332                   | 296 $\pm$ 504                   | 433 $\pm$ 405                   | 416 $\pm$ 478                   | 405 $\pm$ 486                     | 763 $\pm$ 1'369                   | 974 $\pm$ 1'832                   | 625 $\pm$ 638                   | 649 $\pm$ 1'029                   |
| Lola                | 507 $\pm$ 631                     | 516 $\pm$ 864                   | 613 $\pm$ 724                     | 1'506 $\pm$ 2'005                   | 816 $\pm$ 828                     | 565 $\pm$ 633                   | 584 $\pm$ 506                   | 668 $\pm$ 878                   | 588 $\pm$ 778                     | 1'212 $\pm$ 2'003                 | 636 $\pm$ 808                     | 386 $\pm$ 516                   | 721 $\pm$ 1'098                   |
| Luna                | 420 $\pm$ 277                     | 294 $\pm$ 187                   | 424 $\pm$ 351                     | 531 $\pm$ 503                       | 397 $\pm$ 280                     | 263 $\pm$ 196                   | 318 $\pm$ 258                   | 340 $\pm$ 235                   | 401 $\pm$ 391                     | 446 $\pm$ 352                     | 583 $\pm$ 565                     | 497 $\pm$ 501                   | 407 $\pm$ 368                     |
| Regina              | 470 $\pm$ 524                     | 500 $\pm$ 653                   | 489 $\pm$ 564                     | 730 $\pm$ 824                       | 766 $\pm$ 586                     | 572 $\pm$ 462                   | 669 $\pm$ 660                   | 330 $\pm$ 287                   | 233 $\pm$ 183                     | 524 $\pm$ 455                     | 428 $\pm$ 490                     | 682 $\pm$ 677                   | 543 $\pm$ 591                     |
| Rowa                | 473 $\pm$ 365                     | 538 $\pm$ 431                   | 867 $\pm$ 700                     | 1'308 $\pm$ 1'118                   | 791 $\pm$ 978                     | 301 $\pm$ 335                   | 282 $\pm$ 363                   | 460 $\pm$ 611                   | 845 $\pm$ 1'312                   | 650 $\pm$ 1'117                   | 707 $\pm$ 729                     | 599 $\pm$ 600                   | 648 $\pm$ 833                     |
| Scotch              | 1'222 $\pm$ 1'254                 | 450 $\pm$ 454                   | 456 $\pm$ 309                     |                                     |                                   |                                 |                                 | 393 $\pm$ 425                   | 544 $\pm$ 758                     | 1'883 $\pm$ 2'354                 | 1'765 $\pm$ 1'767                 | 898 $\pm$ 630                   | 1'050 $\pm$ 1'408                 |
| Zaja                | 938 $\pm$ 713                     | 1'077 $\pm$ 1'401               | 997 $\pm$ 1'397                   | 1'036 $\pm$ 1'479                   | 1'011 $\pm$ 1'688                 | 602 $\pm$ 736                   | 505 $\pm$ 359                   | 622 $\pm$ 737                   | 1'140 $\pm$ 1'789                 | 570 $\pm$ 691                     | 1'060 $\pm$ 1'097                 | 824 $\pm$ 637                   | 852 $\pm$ 1'191                   |
| <b>Durchschnitt</b> | <b>734 <math>\pm</math> 1'213</b> | <b>615 <math>\pm</math> 799</b> | <b>818 <math>\pm</math> 1'203</b> | <b>1'307 <math>\pm</math> 1'995</b> | <b>887 <math>\pm</math> 1'300</b> | <b>582 <math>\pm</math> 806</b> | <b>590 <math>\pm</math> 643</b> | <b>656 <math>\pm</math> 773</b> | <b>836 <math>\pm</math> 1'811</b> | <b>990 <math>\pm</math> 1'714</b> | <b>894 <math>\pm</math> 1'501</b> | <b>631 <math>\pm</math> 679</b> | <b>804 <math>\pm</math> 1'315</b> |

\* Ardy verlegte sein Einstandsgebiet im September/Oktober ins Emmental.

## Distanzen zw. Morgen- und Nachmittagseinständen

Die mittlere Distanz zwischen den Morgen- und Nachmittagseinständen der Rothirsche lag übers Jahr bei  $222 \pm 302$  m (Tab. 4.3). Das bedeutet, dass die Rothirsche auch während des Tages aktiv waren und durchaus einige hundert Meter innerhalb ihrer eigentlichen Tageseinstände zurücklegen konnten. Interessanterweise zeigten die Rothirsche in den Voralpen nicht grundsätzlich ein anderes Verhalten, was die Verschiebungen während des Tages anbelangt, als die Mittelland-Rothirsche. Sowohl bei den Rothirschen im Mittelland als auch denjenigen in den Voralpen war eine grosse Variation zwischen und innerhalb der Individuen zu erkennen (Tab. 4.3). Dennoch ist es so, dass sich die Werte je nach Monat zwischen den Mittelland-Rothirschen und denjenigen in den Voralpen unterschieden (Mixed-Effects Model: Monat:  $F_{11;6300} = 36.2$ ,  $p < 0.0001$ ; Population:  $F_{1;9} = 1.6$ ,  $p = 0.24$ ; Monat x Population:  $F_{11;6300} = 3.1$ ,  $p = 0.0004$ ). Ardy wies beispielsweise in den Monaten Februar bis April sowie im September, wo er sich ins Emmental in seinen Brunfteinstand verschob, besonders grosse Distanzen zwischen den Morgen- und Nachmittagseinständen auf, während er sich im Juli und im August kaum bewegte. Yanos Verschiebungsdistanzen waren demgegenüber immer vergleichsweise klein, dies insbesondere von April bis Juli, wo er sich kaum noch hundert Meter vom Morgeneinstand entfernte. Die Morgen- und Nachmittagseinstände von Wika schienen letztlich vor allem während der Monate Mai und Juni vergleichsweise etwas weiter auseinanderzuliegen. Ihre Verschiebungen waren jedoch durchwegs bestenfalls durchschnittlich. Im Mittel übers ganze Jahr legte sie zwischen Morgen- und Nachmittagseinstand  $151 \pm 320$  m zurück. Für Yano waren es  $88 \pm 189$  m und für Ardy  $241 \pm 697$  m (Tab. 4.3). In Abb. 4.4 sind die Distanzen zwischen den Morgen- und Nachmittagseinständen grafisch dargestellt.

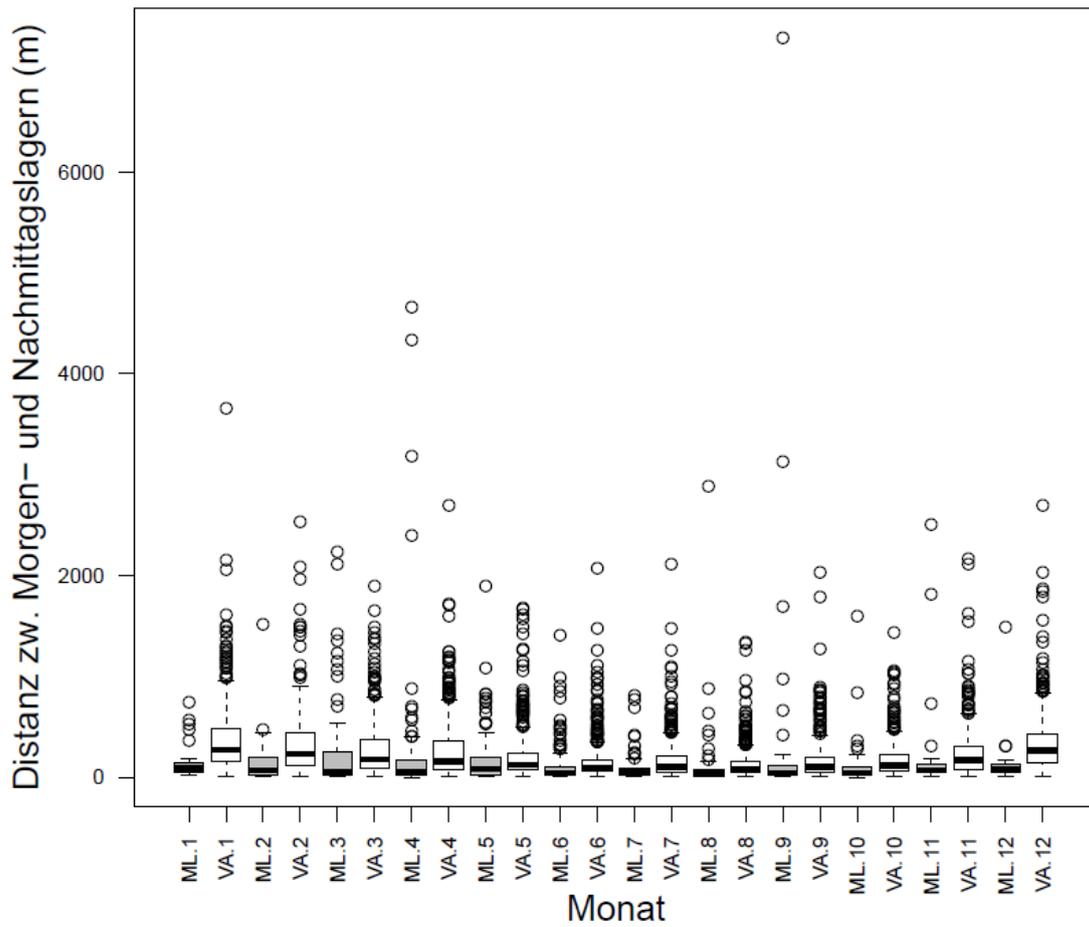


Abb. 4.3. Box-Plot-Diagramm für die Distanzen zwischen Morgen- und Nachmittagslagern für Mittelland-Rothirsche (ML) und Voralpen-Rothirsche (VL) getrennt nach Monat.

Tab. 4.3. Mittlere Distanzen (in m, MW  $\pm$  SD) zwischen Morgen- und Nachmittagseinständen pro Monat für die verschiedenen Rothirsch-Individuen (grau eingefärbt: MW > Monatsdurchschnitt über alle Individuen).

|                     | Januar                          | Februar                         | März                            | April                           | Mai                             | Juni                            | Juli                            | August                          | September                       | Oktober                         | November                        | Dezember                        | Durchschnitt                    |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Ardy*               |                                 | 579 $\pm$ 815                   | 405 $\pm$ 462                   | 458 $\pm$ 1'112                 | 197 $\pm$ 253                   | 122 $\pm$ 302                   | 39 $\pm$ 42                     | 68 $\pm$ 148                    | 433 $\pm$ 1'426*                | 172 $\pm$ 314*                  |                                 |                                 | 241 $\pm$ 697                   |
| Wika                | 154 $\pm$ 185                   | 101 $\pm$ 124                   | 151 $\pm$ 350                   | 231 $\pm$ 526                   | 215 $\pm$ 316                   | 156 $\pm$ 199                   | 125 $\pm$ 173                   | 124 $\pm$ 379                   | 104 $\pm$ 235                   | 65 $\pm$ 128                    | 241 $\pm$ 546                   | 137 $\pm$ 261                   | 151 $\pm$ 320                   |
| Yano                |                                 | 196 $\pm$ 168                   | 146 $\pm$ 321                   | 33 $\pm$ 36                     | 74 $\pm$ 105                    | 76 $\pm$ 177                    | 57 $\pm$ 62                     |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 | 88 $\pm$ 189                    |
| Hota                | 296 $\pm$ 284                   | 167 $\pm$ 174                   | 167 $\pm$ 202                   | 155 $\pm$ 182                   | 183 $\pm$ 249                   | 165 $\pm$ 207                   | 142 $\pm$ 150                   | 121 $\pm$ 195                   | 207 $\pm$ 359                   | 141 $\pm$ 166                   | 122 $\pm$ 197                   | 167 $\pm$ 150                   | 164 $\pm$ 214                   |
| Kata                | 478 $\pm$ 521                   | 401 $\pm$ 434                   | 314 $\pm$ 319                   | 242 $\pm$ 264                   | 150 $\pm$ 156                   | 124 $\pm$ 119                   | 165 $\pm$ 206                   | 125 $\pm$ 127                   | 124 $\pm$ 105                   | 159 $\pm$ 218                   | 282 $\pm$ 316                   | 479 $\pm$ 450                   | 248 $\pm$ 320                   |
| Lola                | 370 $\pm$ 302                   | 382 $\pm$ 346                   | 273 $\pm$ 293                   | 363 $\pm$ 432                   | 273 $\pm$ 332                   | 213 $\pm$ 310                   | 227 $\pm$ 320                   | 161 $\pm$ 220                   | 167 $\pm$ 205                   | 174 $\pm$ 183                   | 244 $\pm$ 178                   | 351 $\pm$ 242                   | 264 $\pm$ 297                   |
| Luna                | 391 $\pm$ 358                   | 348 $\pm$ 223                   | 333 $\pm$ 273                   | 201 $\pm$ 182                   | 212 $\pm$ 154                   | 125 $\pm$ 109                   | 179 $\pm$ 136                   | 150 $\pm$ 121                   | 186 $\pm$ 147                   | 240 $\pm$ 179                   | 260 $\pm$ 317                   | 300 $\pm$ 341                   | 226 $\pm$ 220                   |
| Regina              | 242 $\pm$ 199                   | 194 $\pm$ 149                   | 172 $\pm$ 192                   | 186 $\pm$ 209                   | 222 $\pm$ 218                   | 235 $\pm$ 193                   | 236 $\pm$ 218                   | 137 $\pm$ 145                   | 205 $\pm$ 216                   | 205 $\pm$ 137                   | 242 $\pm$ 200                   | 313 $\pm$ 240                   | 210 $\pm$ 198                   |
| Rowa                | 343 $\pm$ 266                   | 262 $\pm$ 215                   | 292 $\pm$ 270                   | 282 $\pm$ 263                   | 152 $\pm$ 176                   | 85 $\pm$ 82                     | 92 $\pm$ 119                    | 90 $\pm$ 93                     | 125 $\pm$ 177                   | 132 $\pm$ 123                   | 184 $\pm$ 193                   | 240 $\pm$ 198                   | 188 $\pm$ 209                   |
| Scotch              | 327 $\pm$ 324                   | 183 $\pm$ 165                   | 233 $\pm$ 235                   |                                 |                                 |                                 |                                 | 160 $\pm$ 187                   | 168 $\pm$ 130                   | 220 $\pm$ 314                   | 175 $\pm$ 215                   | 385 $\pm$ 258                   | 235 $\pm$ 252                   |
| Zaja                | 575 $\pm$ 453                   | 598 $\pm$ 473                   | 347 $\pm$ 272                   | 365 $\pm$ 346                   | 280 $\pm$ 333                   | 233 $\pm$ 274                   | 177 $\pm$ 155                   | 151 $\pm$ 174                   | 255 $\pm$ 317                   | 221 $\pm$ 172                   | 409 $\pm$ 334                   | 515 $\pm$ 342                   | 317 $\pm$ 331                   |
| <b>Durchschnitt</b> | <b>366 <math>\pm</math> 359</b> | <b>312 <math>\pm</math> 328</b> | <b>263 <math>\pm</math> 301</b> | <b>259 <math>\pm</math> 401</b> | <b>201 <math>\pm</math> 251</b> | <b>153 <math>\pm</math> 212</b> | <b>155 <math>\pm</math> 199</b> | <b>128 <math>\pm</math> 195</b> | <b>176 <math>\pm</math> 398</b> | <b>168 <math>\pm</math> 192</b> | <b>240 <math>\pm</math> 283</b> | <b>331 <math>\pm</math> 317</b> | <b>222 <math>\pm</math> 302</b> |

\* Ardy verlegte sein Einstandsgebiet im September/Oktober ins Emmental.

## Saisonale Einstandswechsel

Saisonale Einstandswechsel, wie sie aus den Voralpen bekannt sind, kamen ebenfalls bei den Rothirschen im Mittelland vor. Offenbar waren jedoch auch hier individuelle Unterschiede feststellbar. Ausgehend von den drei im Mittelland besenderten Rothirschen kann festgehalten werden, dass es Einstandswechsel innerhalb des Berner und Solothurner Mittellandes gab, sowie Einstandswechsel zwischen dem Mittelland und dem südlich gelegenen Emmental/Voralpengebiet.

Ardy wies innerhalb des Mittellands zwei nicht überlappende Einstandsgebiete auf (Abb. 4.5.a). Sein eigentliches Wintereinstandsgebiet lag demnach im Raum Lengwald zwischen Bannwil und Härkingen. Ab dem Frühjahr (Tab. 4.4) nutzte Ardy vermehrt die Wälder in der Region Subingen und Deitingen, wobei er vereinzelt Abstecher in die Region von Koppigen machte. Einmal stiess er kurzfristig gar bis ins untere Emmental in die Region um Walterswil (BE) vor. Den Sommer verbrachte Ardy hauptsächlich in der Region Subingen-Deitingen. Anfangs September mit Beginn der Brunft zog Ardy für gut eine Woche in die Region Koppigen-Oberösch. Von dort aus verlegte er gegen Mitte September dann sein Einstandsgebiet in die Region von Trub im Emmental. Hier verbrachte er die folgenden zwei Wochen an einem Rothirsch-Gehege (Abb. 4.1). Infolge eines erfolglosen Einfangversuchs mit einem Kaltgas-Narkosegewehr durch die Wildhut des Kantons Bern (Ardy versuchte unablässig sich Zugang zum Kahlwild im Gehege zu verschaffen, so dass der Kanton Bern beschloss Ardy einzufangen und andernorts wieder freizulassen) flüchtete Ardy gleichentags zurück in den Lengwald (Luftlinie 28 km). Hier blieb er jedoch nur ein paar Tage, bevor er wiederum ans Rothirsch-Gehege im Trub zog. Dort wurde er dann am 25. Oktober 2011 durch den Kanton Bern aufgrund der untragbaren Situation erlegt. Ardy vollzog seine Wechsel zwischen seinem Sommer- und Wintereinstand im Mittelland häufig in einer Nacht. Dabei legte er oftmals Distanzen bis 16 km Luftlinie zurück. Die Wechsel in den Brunfteinstand im Trub und zurück ins Mittelland erfolgten mit Ausnahme des Falles, wo er aufgrund des Fangversuchs zurück in Mittelland flüchtete, jeweils in Etappen von zwei Nächten und Distanzen von 14-16 km.

Wika schien offensichtlich zwei weit (über 10 km) voneinander entfernte Einstandsgebiete innerhalb des Mittellands zu haben (Abb. 4.5.b). Diese nutzte sie weitgehend saisonal. Ihr eigentlicher Wintereinstand lag demnach im Lengwald zwischen Bannwil, Niederbipp und Härkingen, während sich der Sommereinstand in der Region Koppigen-Kirchberg befand. Interessant ist, dass ein Wechsel vom Winter- in den Sommereinstand oder umgekehrt im Frühjahr (März bis Mai) respektive im Spätherbst/Winter (November bis Januar) nicht einmalig und somit definitiv erfolgte (Tab. 4.4). So kam es im Frühjahr 2013 zweimal und im Frühjahr 2014 einmal vor, dass Wika nach dem erstmaligen Aufsuchen ihres Sommereinstandes wieder für kurze Zeit (ca. 1-2 Wochen) in ihren Wintereinstand im Lengwald zog, bevor sie sich definitiv im Sommereinstand niederliess. Ähnliches gilt ebenfalls für den Wechsel vom Sommer- in den Wintereinstand. Denn nachdem Wika ihren Sommereinstand Mitte November in Richtung Lengwald erstmals verlassen hatte, kehrte sie anfangs Januar 2014 wiederum für 1 Woche zurück. Erst danach liess sie sich im Lengwald für die Dauer des restlichen Winters nieder. Zu bemerken ist hier, dass der Auslöser für das erstmalige Aufsuchen des Wintereinstandes Mitte November offenbar in Zusammenhang mit einem Rehabschuss nahe des Tageslagers von Wika stand, infolge dessen sie das Gebiet weiträumig verliess (siehe Kapitel 6). Die Wechsel zwischen den Einstandsgebieten erfolgten oftmals in einer Nacht, wobei Wika Distanzen bis 18 km Luftlinie zurücklegte.

Im Gegensatz zu Wika und Ardy verfügte Yano im Mittelland über keine räumlich getrennten Einstandsgebiete (Abb. 4.5.c). Yano hielt sich während des Winters bis in den Herbst 2013 hinein immer im Lengwald, hauptsächlich in der Region zwischen Kestenholz, Härkingen und Faulenbach auf. Seine Verschiebungsdistanzen lagen in dieser Zeit jeweils unter 5 km. Zur Brunft während der ersten Septemberhälfte verliess Yano das Mittelland in Richtung Emmental/Voralpen (Tab. 4.4). Die anschliessende Zeit verbrachte er dann im Raum Schangnau/Kemmeriboden. Anfangs Dezember zog Yano wiederum in den Lengwald im Mittelland. Hier konnte er zuletzt anfangs März noch nachgewiesen werden. Mitte September 2014 wurde Yano beim Versuch eine Hauptstrasse zu queren bei Marbach (LU) überfahren. Offenbar wollte er die Brunft, wie schon im Vorjahr, in der Voralpenregion verbringen. Wie genau Yano die Wechsel vom Mittelland in die Voralpen vollzog ist ungewiss, da sein GPS-Halsband zu diesem Zeitpunkt bereits defekt war und er nur noch per VHF-Signal geortet werden konnte. Es ist davon auszugehen, dass er die rund 55 km Distanz in mehreren Etappen bewältigte. Ein im September 2013 bestätigter Aufenthaltsort liegt jedenfalls in der Gemeinde Fankhaus (BE) – zwei Tage später befand sich Yano dann bei Schangnau/Kemmeriboden.

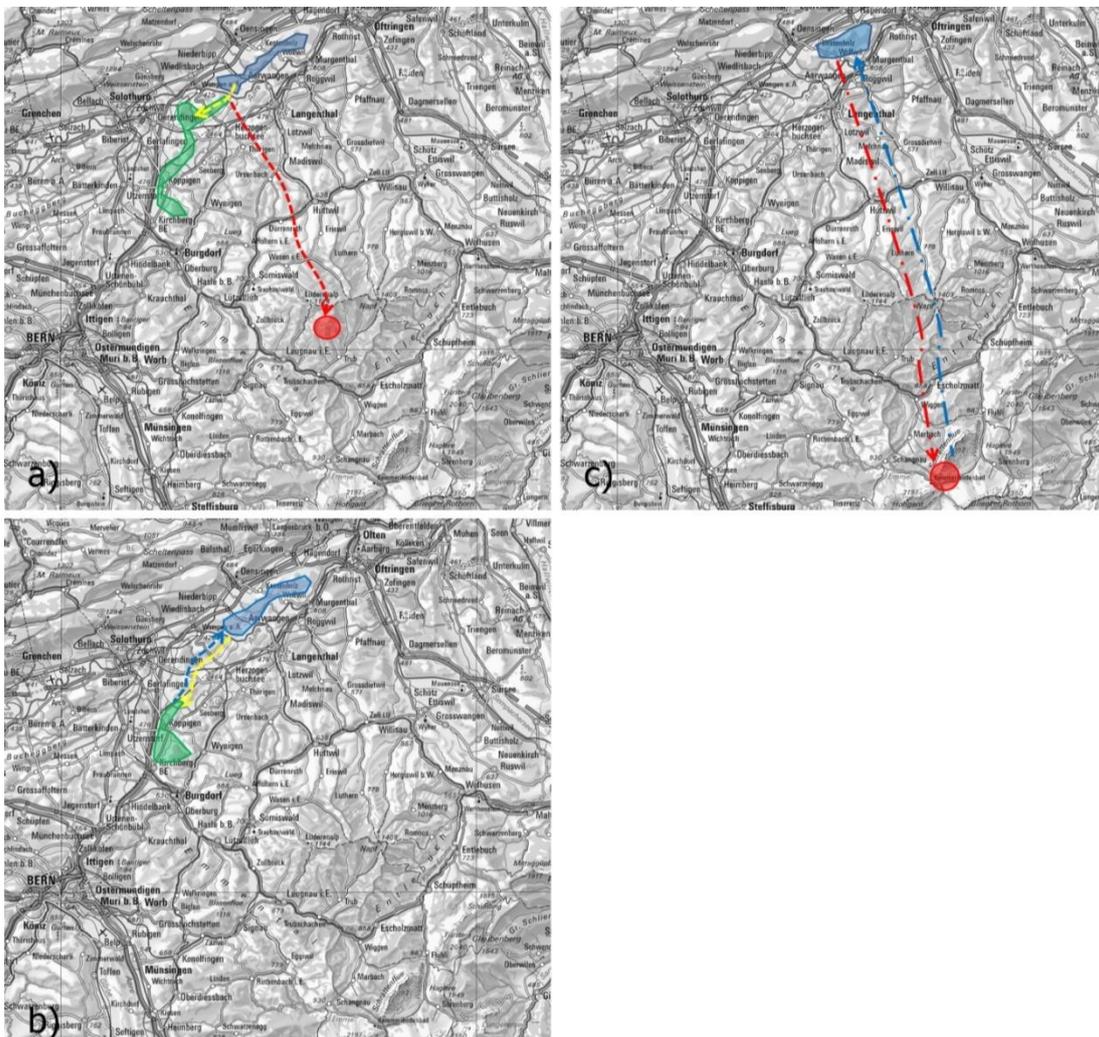


Abb. 4.5. Saisonale Einstandsgebiete und Verschiebungen der drei im Mittelland besenderten Rothirsche: a) Ardy, b) Wika und c) Yano. Ardys und Wikas Sommer- (grün) und Wintereinstände (blau) lagen getrennt voneinander jeweils im Mittelland. Yano verfügte im Mittelland nur über ein Einstandsgebiet, dass er vom Winter bis zu Beginn des Herbstes beging (blau). Die Brunft verbrachten Ardy und Yano ausserhalb des Mittellandes im Emmental bzw. in den Voralpen (rot). (Geodaten: LK200 © swisstopo)



## Streifgebiete

### BRBK-Methode

Kartographisch sind die ermittelten Ganzjahresstreifgebiete basierend auf der BRBK-Methode in der Abb. 4.6 für die Rothirsche dargestellt. Visualisiert wird dabei nicht nur der gesamthaft begangene Lebensraum, sondern ebenfalls die Nutzungsintensität in den verschiedenen Bereichen. Im Gegensatz zu den MKP's, welche teils auch grosse, vollständig ungenutzte Gebiete einschliessen (siehe unten), geben die BRBK's realistische Bereiche für den effektiv begangenen Lebensraum wieder.

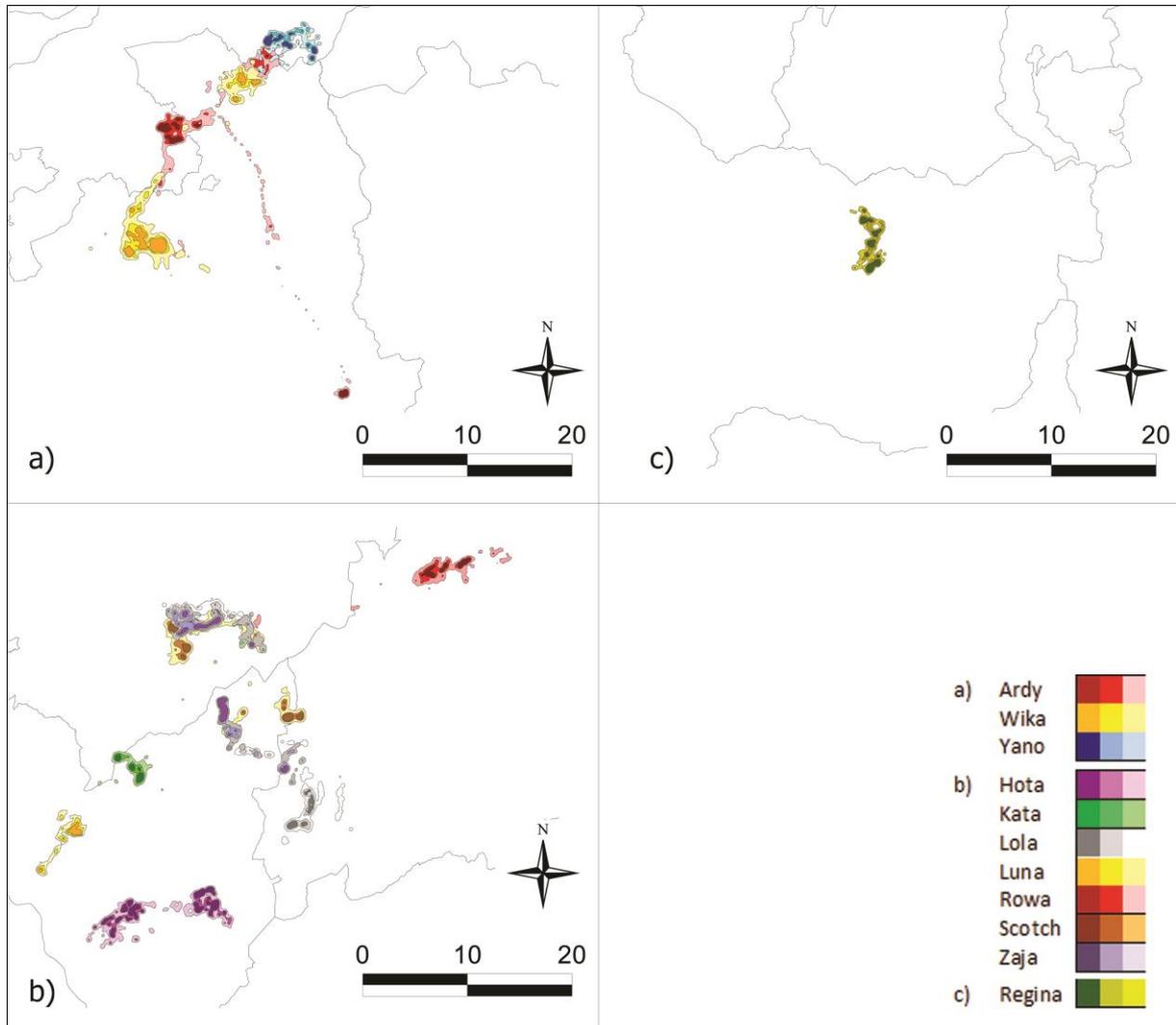


Abb. 4.6. Kartographische Darstellung der Ganzjahresstreifgebiete mittels BRBK-Methode für die Rothirsche im Mittelland (a), in den westlichen Voralpen der Kantone Bern, Freiburg und Waadt (b) und im östlichen Berner Oberland (c). Dargestellt sind die 95%-, 75%- und 50%-Kernelflächen.

Wie aus Tab. 4.5 zu entnehmen ist, betrug die durchschnittliche Ganzjahresstreifgebietsgrösse gemessen über alle Rothirsche  $20.0 \pm 9.6 \text{ km}^2$ . Ardy und Wika wiesen mit  $33.9$  und  $31.7 \text{ km}^2$  gegenüber den Rothirschen in den Voralpen ( $6.6$  bis  $27.9 \text{ km}^2$ ) besonders grosse Streifgebiete auf. Die Unterschiede waren jedoch nicht so gross wie bei der MKP-Methode (siehe unten). Der angegebene Wert für Yano von  $10.6 \text{ km}^2$  entspricht nur seinem Aufenthaltsgebiet im Mittelland. Weil für den Zeitraum ab Mitte Sommer für Yano keine GPS-Lokalisierungen mehr vorlagen, floss sein Brunftausflug ins Voralpen-Gebiet nicht in die Berechnung mit ein. Das Ganzjahresstreifgebiet von Yano wäre deshalb eigentlich grösser – wie gross genau, ist jedoch offen.

Tab. 4.5. Individuelle Streifgebietsgrössen basierend auf dem 95%-BRBK ( $\text{km}^2$ ).

| Individuum   | Ganzjährig     | Frühling       | Sommer        | Herbst         | Winter        |
|--------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| Ardy         | 33.9           | 26.9           | 7.8           | 29.9           | (3.7)         |
| Wika         | 31.7           | 28.6           | 15.6          | 16.9           | 13.3          |
| Yano         | 10.6*          | 10.1           | 6.5           |                | (5.6)         |
| Hota         | 21.4           | 14.2           | 7.3           | 15.0           | 8.8           |
| Kata         | 16.3           | 23.9           | 3.0           | 9.0            | 6.7           |
| Lola         | 27.1           | 29.1           | 4.4           | 16.2           | 8.8           |
| Luna         | 6.6            | 5.5            | 1.3           | 5.1            | 3.6           |
| Regina       | 9.8            | 8.4            | 4.6           | 4.8            | 6.1           |
| Rowa         | 11.2           | 11.2           | 2.6           | 9.5            | 5.8           |
| Scotch       | 27.9           | (4.4)          | (1.1)         | 25.9           | 8.4           |
| Zaja         | 23.6           | 19.1           | 4.7           | 18.9           | 10.9          |
| Durchschnitt | $20.0 \pm 9.6$ | $16.5 \pm 9.4$ | $5.4 \pm 4.1$ | $15.1 \pm 8.4$ | $7.4 \pm 3.0$ |

\* *Es fehlt der Herbst komplett. Streifgebiet wurde stark unterschätzt, da Yano zur Brunft ins Voralpengebiet zog.*

() *Es lagen für jeweils weniger als 2 Wochen Lokalisationsdaten vor. Streifgebietsgrösse wurde womöglich unterschätzt.*

Mit wenigen Ausnahmen waren die saisonalen Streifgebiete im Frühling und Herbst, wenn die meisten Rothirsche ihre Einstandswechsel vornehmen, grösser als im Sommer und im Winter (Tab. 4.5). Dies trifft im Grundsatz ebenfalls auf die Rothirsche im Mittelland zu (Abb. 4.7). Ein detaillierter Blick in die Daten zeigt zudem, dass die Streifgebietsgrössen der Mittelland-Rothirsche im Frühling (10.1 bis 28.6 km<sup>2</sup>) und im Herbst (16.9 bis 29.9 km<sup>2</sup>) etwa im Bereich derjenigen der Voralpen-Rothirsche (Frühling: 5.5 bis 29.1 km<sup>2</sup>; Herbst: 4.8 bis 25.9 km<sup>2</sup>) lagen. Auffällig ist hingegen, dass Wika im Sommer mit 15.6 km<sup>2</sup> verglichen mit den Voralpen-Rothirschen (deren Streifgebietsgrössen variierten zwischen 1.3 und 7.3 km<sup>2</sup>) immer noch einen relativ grossen Lebensraum nutzte. Und auch im Winter wies sie mit 13.3 km<sup>2</sup> ein grosses Streifgebiet auf. Die Streifgebiete von Ardy (Sommer: 7.8 km<sup>2</sup>, Winter: mind. 3.7 km<sup>2</sup>) und Yano (Sommer: 6.5 km<sup>2</sup>, Winter: mind. 5.6 km<sup>2</sup>) lagen im Sommer und Winter demgegenüber eher im Bereich der Voralpen-Rothirsche (Tab. 4.5).

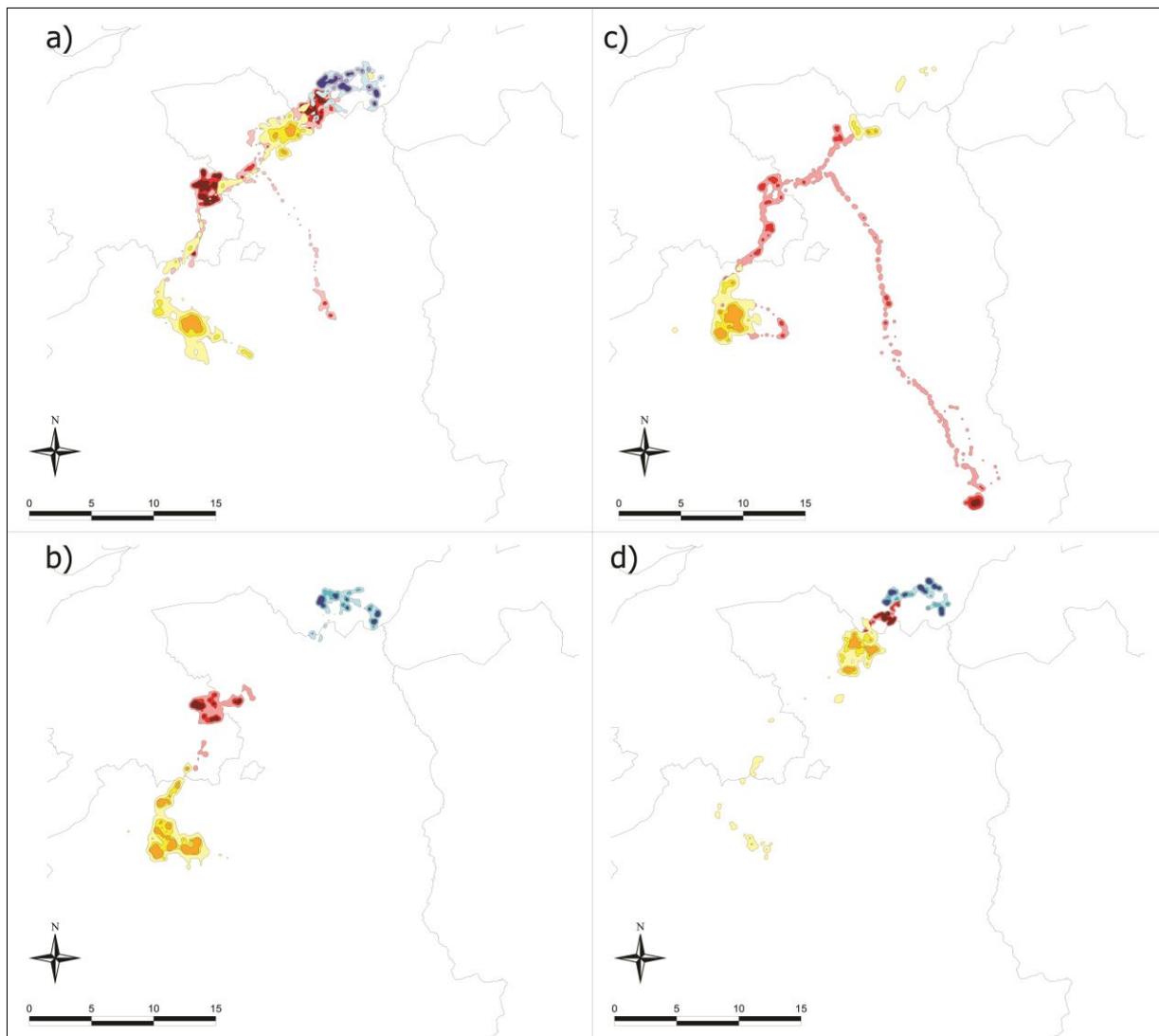


Abb. 4.7. Kartographische Darstellung der saisonalen BRBK-Streifgebiete für die Mittelland-Rothirsche Ardy (rot), Wika (gelb) und Yano (blau): a) Frühling: März-Mai, b) Sommer: Juni-August, c) Herbst: September bis November, d) Winter: Dezember-Februar. Dargestellt sind die 95%-, 75%- und 50%-Kernelflächen.

### MKP-Methode

Die Ganzjahresstreifgebiete der untersuchten Rothirsche basierend auf der MKP-Methode sind in Abb. 4.8 dargestellt. Bereits visuell ist die grosse Variation in den individuellen Streifgebieten ersichtlich. Verglichen mit den Rothirschen der Voralpen wiesen die Mittelland-Rothirsche alle relativ grosse Streifgebiete auf (Tab. 4.6). Bei Ardy (473.5 km<sup>2</sup>) und vor allem im Fall von Yano (261.1 km<sup>2</sup>) waren die ausgedehnten Brunftwanderungen im Herbst ins Emmental bzw. ins Voralpengebiet dafür verantwortlich. Grundsätzlich waren bei all jenen Individuen besonders hohe Werte zu beobachten, welche weit auseinander liegende, saisonale Einstandsgebiete aufwiesen. Deshalb gehörte ebenfalls das Ganzjahresstreifgebiet von Wika (211.3 km<sup>2</sup>) zu den grössten. Die Grösse der Ganzjahresstreifgebiete der Voralpen-Rothirsche lag zwischen 15.4 und 209.6 km<sup>2</sup>.

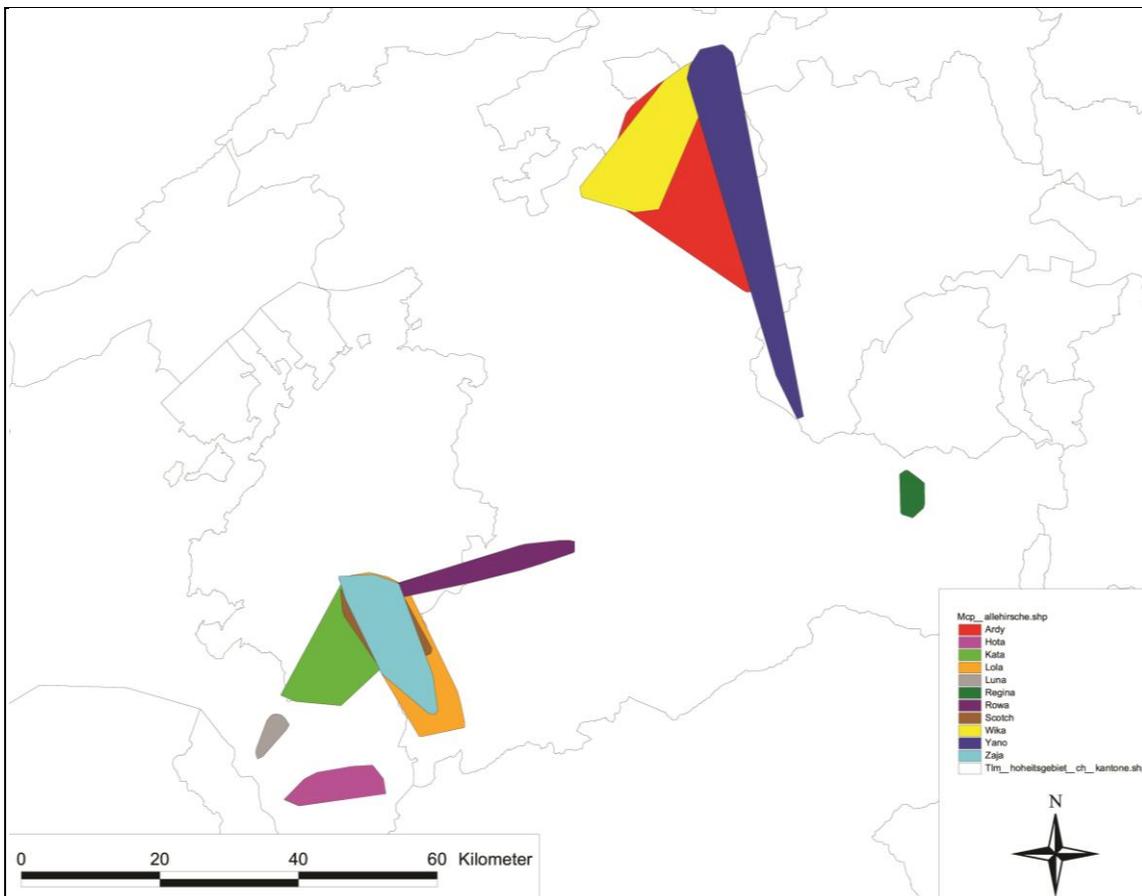


Abb. 4.8. Kartographische Darstellung der Ganzjahresstreifgebiete mittels MKP-Methode für die Rothirsche im Mittelland und in den Voralpen.

Im saisonalen Verlauf wiesen die Rothirsche im Frühling und im Herbst meist die grössten Streifgebiete auf (Tab. 4.6). Im Sommer und Winter hielten sie sich dann vergleichsweise kleinräumig auf, was sich in entsprechend kleinen Streifgebietsgrössen äusserte. Mit Blick auf die Mittelland-Rothirsche ist festzustellen, dass Wika in jeder Saison immer relativ grosse Streifgebiete hatte verglichen mit den Voralpen-Rothirschen (Tab. 4.6). Ähnliches gilt ebenfalls für Ardy. Einzig Yano wies zumindest im Frühling und im Sommer eher kleine bis bestenfalls durchschnittliche Streifgebietsgrössen auf.

Tab. 4.5. Individuelle Streifgebietsgrössen basierend auf der MKP-Methode (km<sup>2</sup>).

| Individuum   | Ganzjährig       | Frühling    | Sommer      | Herbst       | Winter      |
|--------------|------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Ardy         | 473.5            | 239.3       | 31.4        | 332.9        | (5.0)       |
| Wika         | 211.3            | 185.7       | 47.0        | 120.6        | 98.5        |
| Yano         | 261.1*           | 20.8        | 17.3        |              | (9.3)       |
| Hota         | 56.2             | 37.4        | 13.4        | 41.1         | 20.9        |
| Kata         | 197.6            | 193.2       | 6.6         | 105.4        | 20.7        |
| Lola         | 209.6            | 201.5       | 35.0        | 143.2        | 26.6        |
| Luna         | 15.4             | 11.9        | 2.9         | 13.6         | 7.5         |
| Regina       | 20.1             | 13.6        | 8.4         | 8.1          | 13.8        |
| Rowa         | 76.4             | 25.7        | 8.1         | 56.8         | 12.3        |
| Scotch       | 108.1            | (3.5)       | (1.4)       | 88.8         | 15.7        |
| Zaja         | 138.9            | 118.0       | 28.7        | 123.6        | 26.2        |
| Durchschnitt | 160.7 ±<br>132.8 | 95.5 ± 92.8 | 18.2 ± 15.1 | 103.4 ± 93.3 | 23.3 ± 26.0 |

\* Yano: Für die Berechnung des Ganzjahresstreifgebietes wurden sämtliche Nachweise verwendet (inkl. VHF-Telemetrie, Beobachtungen und Fotofallenbilder).

() Es lagen für jeweils weniger als 2 Wochen Lokalisationsdaten vor. Streifgebietsgrösse wurde womöglich unterschätzt.

## Diskussion

### **Bewegungen im Tagesverlauf**

Im Vergleich zu den Rothirschen in den Berggebieten zeichnet sich punkto Raumnutzung im Mittelland folgendes Bild ab. Als Erstes kann festgestellt werden, dass die Rothirsche im Mittelland ihre Tageseinstände an aufeinanderfolgenden Tagen deutlich stärker und über weitere Strecken verlegen, als dies ihre Artgenossen in den Voralpen tun. Weisen Rothirsche in den Voralpen im Mittel Distanzen von 400-1'000 m zwischen aufeinanderfolgenden Tageseinständen auf, so liegen die Verschiebungsdistanzen im Mittelland für die drei Rothirsche bei rund 1'000-1'700 m. Das heisst, dass die Rothirsche im Mittelland ihre Einstände während der Nacht vermehrt weiträumiger wechseln als in den Voralpen. Insgesamt führt dies dazu, dass die Rothirsche ihren Lebensraum während der Nacht viel unsteter und somit flächiger begehen als die Rothirsche in den Voralpen. Übrigens weisen die Rothirsche im Mittelland ebenfalls deutlich grössere nächtliche Verschiebungsdistanzen auf als Rothirsche im Jura-Massiv in der Grenzregion Schweiz-Frankreich. In diesem Gebiet verlegen die Rothirsche ihre Tageseinstände im Mittel um rund 500 m (Tolon *et al.* 2014), was vergleichbar ist mit den Voralpen-Rothirschen. Die Rothirsche im Mittelland verlegen ihre Einstände und Austrittsflächen also öfters mal grossräumig. Die wiederholte Nutzung traditionell bevorzugter Einstände und Austrittsflächen ist deshalb bei den Rothirschen im Mittelland entsprechend weniger ausgeprägt als bei ihren Artgenossen in den Voralpen. Dies wiederum äussert sich darin, dass sie unvorhersehbarer werden und somit auch schwieriger aufzufinden sind.

Interessant ist ferner, dass sich ebenfalls die Verschiebungsdistanzen der Rothirsche während des Tages, d.h. in den Tageseinständen zwischen Morgen und Nachmittag, je nach Individuum und Jahreszeit unterscheiden. Spekuliert werden kann, dass sich Rothirsche im Mittelland während des Tages zwar etwas weniger stark bewegen als die Rothirsche der Voralpen, generell belegen lässt sich dies statistisch jedoch nicht. Wie Ardy zeigt, können offensichtlich ebenfalls Rothirsche im Mittelland im Verlaufe des Tages grosse Einstandswechsel vornehmen. Für das Frühjahr lagen seine Verschiebungsdistanzen zwischen Morgen- und Nachmittagseinständen bei mehr als 400 m, was selbst für Voralpen-Rothirsche relativ viel ist. Zum Vergleich, über das ganze Jahr verlegen Voralpen-Rothirsche ihre Einstände im Verlauf zwischen Morgen und Nachmittag um rund 160-320 m. Wika wies ihrerseits tagsüber übers gesamte Jahr mittlere Verschiebungsdistanzen von etwa 150 m auf. Im Mai, Juni und im September entsprachen ihre Bewegungen etwa denen der Voralpen-Rothirsche. Andererseits fällt vor allem bei Yano auf, dass er sich während des Tages kaum bewegt hat. Seine durchschnittlichen Verschiebungsdistanzen lagen zwischen Morgen und Nachmittag bei knapp 90 m. Mit Blick auf die Verschiebungen während der Tagstunden kann also geschlossen werden, dass sich selbst Rothirsche im Mittelland noch über beachtliche Distanz bewegen können. Dennoch zeigt der Fall Yano, dass sie sich unter bestimmten Umständen sehr kleinräumig aufhalten, und ihren Aktionsradius tagsüber entsprechend stark einschränken. Ob sich die Rothirsche im Mittelland tagsüber generell weniger stark bewegen als ihre Artgenossen in den Voralpen, ist abschliessend nicht beurteilbar. Es kann aber durchaus sein, dass die Rothirsche im Mittelland innerhalb ihrer Tageseinstände verstärkt darauf achten nicht entdeckt zu werden, und sich deshalb auch weniger bewegen. Schliesslich ist die

Strassen- und Wegnetzichte im Mittelland deutlich höher als in den Voralpen, womit das Risiko gesehen und gestört zu werden, generell erhöht ist.

### **Bewegungen im Jahresverlauf – Saisonale Wanderungen**

Von den Rothirschen in den Voralpen sind saisonale Einstandswechsel bekannt und bereits dokumentiert (Willisch *et al.* 2012; Boldt & Willisch 2014). Die Wechsel zwischen den eigentlichen Sommer- und Wintereinstandsgebieten dieser Individuen erfolgen jeweils im Frühjahr zwischen März und Mai, sowie im Herbst/Winter zwischen September und anfangs Januar. Besonders weiträumig auseinander liegen die Sommer- und Wintereinstandsgebiete der Rothirsche Kata, Scotch, Zaja und Lola (teils über 10 km). Ihre Sommereinstände befinden sich im Pays d'Enhaut (VD) und Saanenland (BE) während sie sich im Winter in der Region von Broc/Gruyères (FR) aufhalten. Bei den übrigen vier Rothirschen liegen die Sommer- und Wintereinstandsgebiete nahe beieinander (Hota) oder überlappen sogar teilweise (Luna, Rowa und Regina).

Mit Blick auf die drei GPS-besenderten Mittelland-Rothirsche zeigt sich, dass auch diese saisonale grossräumige Verschiebungen aufweisen. Die Auflistung weist darauf hin, dass zwar alle drei im Mittelland besenderten Rothirsche saisonale Wanderungen gemacht haben, dass diese für jedes Individuum jedoch anders aussehen. Wika zeigte eine saisonale Migration zwischen Sommer- und Wintereinstand innerhalb des Mittellandes. Ardy migrierte im Mittelland ebenfalls vom Winter- in den Sommereinstand, danach machte er einen Brunftausflug ins Emmental. Schliesslich zeigt das Beispiel von Yano, dass Rothirsche im Mittelland vom Winter bis Ende Sommer durchaus auch stationär sein können, zur Brunft aber bis in die Voralpen vorzustossen vermögen.

Bezogen auf die Migrationsdistanzen ist festzustellen, dass diese besonders für Ardy (ca. 28 km) und Yano (ca. 55 km) ausgesprochen gross gewesen sind, wenn man sie mit den Voralpen-Rothirschen vergleicht. Aber auch Wika zeigt eine ansehnliche Migration, zumal ihre Sommer- und Wintereinstandsgebiete um die 10 km auseinander liegen.

Ardy und Wika wechselten im Frühjahr zwischen März und Mai von ihrem Wintereinstand in den Sommereinstand. Interessant ist, dass Wika bevor sie sich im Sommereinstand niederliess, in beiden Jahren zwischenzeitlich nochmals in den Wintereinstand zurückgekehrt ist. Ähnlich hat sie sich bei ihrem Wechsel in den Wintereinstand Ende Herbst verhalten. Erstmalig suchte sie den Wintereinstand etwa Mitte November auf. Zu Beginn des Januars kehrte sie jedoch für rund eine Woche wieder ihren Sommereinstand zurück, bevor sie sich definitiv bis zu Beginn des Frühjahrs im Wintereinstand installierte. Hinsichtlich der Brunftwanderungen der Stiere Ardy und Yano kann gesagt werden, dass beide Rothirsche etwa Mitte September ihre Einstände im Emmental bzw. in den Voralpen aufgesucht haben. Von Yano wissen wir, dass er dann erst mit Beginn des Winters anfangs Dezember wieder ins Mittelland zurückgekehrt ist.

Was die Auslöser für die saisonalen Wanderbewegungen der Rothirsche im Mittelland generell sind, ist offen. Aus den Bergregionen ist bekannt, dass die Migration in die höher gelegenen Sommereinstände und die Rückkehr in die tiefer gelegenen Wintereinstände oftmals in Zusammenhang mit der aktuellen Schneesituation und der Nahrungsverfügbarkeit respektive der Nahrungszugänglichkeit steht (Zweifel-Schielly *et al.* 2009; Zweifel-Schielly *et al.* 2012). Im Frühjahr ist die Ausaperung von Bedeutung während im Herbst/Winter das Einsetzen des Schneefalls eine entscheidende Rolle spielt (Luccarini *et al.* 2006; Willisch *et al.* 2012; Tolon *et al.* 2014). Für die saisonalen Wanderungen innerhalb des

Mittellandes dürfte die Schneesituation demgegenüber keine Rolle spielen. Allenfalls könnte die Verschiebung der Einstände hier mit Veränderungen in der Vegetation (über die Nahrungsgrundlage oder die Deckung) in Zusammenhang stehen. Im Herbst könnte ein mitentscheidender Faktor ebenfalls die Jagd sein (Conner *et al.* 2001; Jarnemo & Wikénros 2014; Reimoser *et al.* 2014). Das Fallbeispiel von Wika im Kapitel 6 weist darauf hin, dass vereinzelte saisonale Migrationsbewegungen der Rothirsche selbst durch den Abschuss anderer Tierarten ausgelöst werden können. Wie häufig dies der Fall ist, ist jedoch unbekannt. Offen ist ebenso, inwiefern auch andere Störereignisse dazu führen können, dass Rothirsche ihre Einstandsgebiete vorzeitig wechseln. Der missglückte Fangversuch von Ardy in einem Rothirsch-Gehege im Trub mit einem Kaltgas-Narkosegewehr, deutet jedoch an, dass durchaus auch Störereignisse ohne Abschussknall von Jagdgewehren zum weiträumigen Abwandern der Rothirsche führen können.

## Streifgebiete

Die Streifgebiete der im Mittelland besenderten Rothirsche sind verglichen mit denjenigen der Voralpen-Rothirsche relativ gross. Besonders ausgeprägt sind die Unterschiede zwischen den im Mittelland besenderten Rothirsche und denen der Voralpen, wenn man die MKP-Flächen berücksichtigt. Hier erreichen die drei Mittelland-Rothirsche mit 210-475 km<sup>2</sup> Werte, die teils markant über denen der Voralpen mit 15-210 km<sup>2</sup> liegen. Die Streifgebietsgrössen der Mittelland-Rothirsche sind zudem auch deutlich grösser als die durchschnittlichen Ganzjahresstreifgebiete von Rothirschen im Rätikon im Grenzgebiet zwischen der Schweiz, Liechtenstein und Österreich. In diesem Gebiet belaufen sich die mittleren Streifgebietsgrössen der Stiere je nach Region auf 65 bis 150 km<sup>2</sup>, diejenigen der weiblichen Tiere liegen bei rund 15-95 km<sup>2</sup> (Reimoser *et al.* 2014). In Italien beziffert eine andere Studie die mittleren Ganzjahresstreifgebiete stationärer und migrierender Rothirsche mit etwa 13 bzw. 33 km<sup>2</sup> (Luccarini *et al.* 2006). Es gilt jedoch auch zu sagen, dass bei Ardy und Yano die linearen Brunftausflüge ins Emmental bzw. in die Voralpen besonders ins Gewicht fallen. Wird anstatt der MKP-Methode die realistischere BRBK-Methode zur Ermittlung der Streifgebiete herangezogen, so reduzieren sich die Unterschiede merklich. Ardy und Wika weisen aber auch so noch relativ grosse Streifgebiete von über 30 km<sup>2</sup> auf, während diejenigen der Voralpen-Rothirsche zwischen 7 und 28 km<sup>2</sup> liegen. Yanos Ganzjahresstreifgebiet konnte mittels BRBK-Methode nicht bestimmt werden, da sein GPS im Verlauf des ersten Sommers aussetzte, und somit sein Brunftausflug im Herbst ins südlich gelegene Voralpengebiet nicht erfasst wurde.

Mit Blick auf die Saisonalität zeigt sich, dass während den hauptsächlichen Migrationsperioden im Frühjahr und im Herbst ebenfalls im Mittelland grundsätzlich grössere Streifgebiete registriert werden. Auffallend ist jedoch, dass Wika selbst in den Sommer- und Wintermonaten besonders grossflächige Streifgebiete aufweist, die deutlich grösser sind als die ihrer Artgenossen in den Voralpen. Ihre BRBK-Streifgebiete erstrecken sich im Sommer und im Winter über eine Fläche von 15.6 km<sup>2</sup> bzw. 13.3 km<sup>2</sup>, während für die Voralpen-Rothirsche Werte von 1.3 bis 7.3 km<sup>2</sup> bzw. von 3.6 bis 10.9 km<sup>2</sup> festgestellt worden sind. Soweit dies basierend auf den bestehenden Daten ermittelt werden kann, weisen Yano und Ardy demgegenüber für den Sommer und auch den Winter vergleichbare grosse Streifgebiete auf, wie die Rothirsche in den Voralpen.

## Schlussfolgerung

Das Raumverhalten der Rothirsche im Mittelland weist eine grosse individuelle Komponente auf. Demnach konnte bereits mithilfe der drei besenderten Rothirsche Ardy, Wika und Yano eine bemerkenswerte Bandbreite an Bewegungsmustern aufgedeckt werden. Dies mag eigentlich nicht überraschen, wenn man bedenkt, dass es sich bei den drei besenderten Individuen um einen weiblichen und zwei männliche Rothirsche gehandelt hat, und diese zudem noch sehr unterschiedliche Lebensräume genutzt haben. Schliesslich ist das Verhalten nicht nur stark vom Geschlecht der Rothirsche abhängig (Clutton-Brock *et al.* 1982) sondern auch vom zur Verfügung stehenden Lebensraum (Haller 2002), und dieser ist im Mittelland besonders heterogen. Trotzdem, die Unterschiede im Raumverhalten zwischen den drei Individuen deuten darauf hin, dass sich Rothirsche im Mittelland nicht sonderlich einheitlich verhalten und entsprechend mit verschiedensten Mustern gerechnet werden muss – und dies trotz des kleinen Bestandes. Dieser Punkt ist wesentlich. Will man ‚den Rothirsch‘ im Mittelland also verstehen, so muss die bestehende Bandbreite an Verhalten möglichst vollständig erfasst werden. Dies ist mit der GPS-Überwachung dreier Individuen sicherlich nicht möglich. Ein ganzheitliches Abbild der Rothirsch-Situation im Mittelland lässt sich aufgrund der bestehenden Daten somit nicht zeichnen. Die vorliegende Untersuchung liefert aber trotzdem besonders wertvolle und aufschlussreiche Informationen, die den Kenntnisstand punkto Raumverhalten der Rothirsche im Mittelland im speziellen und denjenigen von Rothirschen im generellen erweitert. Wahrscheinlich ist, dass mit weiteren besenderten Rothirschen im Mittelland, die Vielfalt an beobachtetem Raumverhalten noch deutlich zunehmen würde.

Zusammenfassend scheinen Rothirsche im Mittelland – basierend auf der aktuellen Datengrundlage – ihre Tageseinstände häufiger und weiter zu verlegen, als Rothirsche in anderen Regionen. Möglicherweise verhalten sie sich dafür tagsüber stationärer. Insgesamt könnte beides das Resultat einer angepassten Feind- bzw. Störungsvermeidungsstrategie sein, indem sie sich grossräumig unvorhersehbar machen, und tagsüber, wenn der Lebensraum intensiv vom Mensch genutzt wird, kleinräumig an Orten verbleiben, welche einen guten Sichtschutz bieten (Hummel *et al.* 2014). Mit Blick auf die saisonalen Einstandswechsel kann gesagt werden, dass solche ebenfalls innerhalb des Mittellandes vorkommen, wobei es möglicherweise auch Individuen gibt, die ganzjährig stationär verbleiben. Mit den Brunftwanderungen der beiden besenderten Stiere konnte zudem eine direkte Verbindung mit den südlich gelegenen Rothirsch-Beständen im Emmental und in den Voralpen nachgewiesen werden. Inwiefern Rothirsche aus dem vorgelagerten Emmental und den Voralpen anderweitig in saisonalem Austausch mit den Beständen im Mittelland stehen, ist offen. Schliesslich scheinen zumindest einzelne Rothirsche im Mittelland individuell sehr grosse Streifgebietsflächen aufzuweisen, was für ein überregionales Management der Rothirsche im Mittelland insgesamt von Bedeutung ist.

## 5 HABITATWAHL DER ROTHIRSCHKE



Abb. 5.1 Rothirsch-Kuh Wika im Dickicht fotografiert am 5. Juli 2013 (Foto: M. Tschan). Wika war in Begleitung ihres Kalbes. Sie befand sich etwa 10m neben einem Feldweg etwas ausserhalb von Willadingen (BE).

## Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung zur Habitatwahl zeigt erstmals auf, nach welchen Kriterien Rothirsche im Mittelland ihren Lebensraum auswählen. Durch die Integration äquivalenter Daten von Rothirschen aus den Voralpen konnte die Habitatwahl der Mittelland-Rothirsche gleichzeitig in Relation gesetzt werden zu solchen aus Berggebieten. Die Analysen wurden für die Tag- und Nachtstunden und die vier verschiedenen Jahreszeiten gesondert durchgeführt.

Generell sind sich die Rothirsche in den Voralpen in Bezug auf ihre Habitatwahl viel ähnlicher als die Rothirsche im Mittelland. Speziell auffallend ist die grosse individuelle Heterogenität unter den Mittelland-Individuen. Yano ist am ehesten noch vergleichbar mit den Rothirschen der Voralpen, während Ardy und Wika ihre Lebensräume teils völlig gegensätzlich zu denjenigen in den Voralpen wählen. Vor allem gilt dies für die Habitatwahl am Tag. Während der Nacht erfolgt die Habitatwahl allgemein viel weniger einheitlich, so dass sich dann auch erhebliche individuelle Unterschiede zwischen den Voralpen-Rothirschen ergeben.

Tagsüber bevorzugten Rothirsche im Mittelland wie jene der Voralpen generell Wald gegenüber Offenland. Einzig Wika selektierte während des Sommers bis Ende Herbst zunehmend für landwirtschaftliche Kulturflächen im Offenland, wobei sie Wald und walddnahe Gebiete mied. Die Detailbetrachtung zeigte ferner, dass Wika ihre Tageseinstände ab Juni zunächst in Rapsfeldern, dann vermehrt in Mais- und gelegentlich in Sonnenblumenfeldern hatte. Überraschend war zudem die Feststellung, wonach der Abstand zu Verkehrsträgern, begehbaren Wegen und Siedlungen im Mittelland keinen nennenswerten bzw. einheitlichen Einfluss auf die Habitatwahl der drei Mittelland-Rothirsche hatte. Selbst die Zugänglichkeit für Menschen spielte keine bedeutende Rolle. Rothirsche im Mittelland wählten ihre Tageseinstände also nicht nach weiträumiger Ungestörtheit aus, wie dies in den Voralpen zu beobachten war, sondern sie suchten kleinräumig Standorte aus, die ihnen offenbar einen hohen Sichtschutz boten.

Nachts verlor der Wald sowohl im Mittelland als auch in den Voralpen für die Rothirsche durchwegs an Bedeutung, während im Gegenzug das Offenland dann stärker genutzt wurde. Auffällig war, dass von den Mittelland-Rothirschen Wika und Ardy Siedlungen eher mieden. Grundsätzlich hatten menschliche Einrichtungen, wie Verkehrsträger und Wege, und ebenfalls die allgemeine Zugänglichkeit keinen grossen Einfluss auf die Habitatwahl der Rothirsche.

In Bezug auf die Vernetzung von Rothirsch-Beständen ist die Feststellung bedeutend, wonach Siedlungen bei grösseren Verschiebungen gemieden wurden. Die Rothirsche bewegten sich dann bevorzugt im Wald. Zudem nutzten sie die in der Region vorhandenen Wildtierkorridore. Feldgehölze, wie Hecken, Baumalleen usw. spielten bei den grossräumigen Ortswechsellern der Rothirsche indes keine grosse Rolle.

Trotz der Tatsache, dass die Stichprobengrösse mit drei GPS-besenderten Rothirschen im Mittelland nicht repräsentativ ist, hat die vorliegende Untersuchung dennoch wichtige und neuartige Erkenntnisse zu Tage gebracht, die unser Verständnis der Rothirsch-Ökologie deutlich erweitern. Zum einen ist dies, dass sich die Rothirsche im Mittelland

offensichtlich viel individueller in Bezug auf ihre Habitatwahl verhalten, als dies die Artgenossen in den Bergregionen tun. Das individuelle Anpassungsvermögen der Rothirsche ist also entsprechend gross. Besonders überraschend war zudem, dass menschliche Einrichtungen und die allgemeine Störungswahrscheinlichkeit keinen direkten Einfluss auf die Wahl der Aufenthaltsorte der Rothirsche hatten. Schliesslich ist die Erkenntnis neu, wonach Rothirsche während fast dem gesamten Sommerhalbjahr bis in den Spätherbst hinein, ihre Tageseinstände in landwirtschaftlichen Kulturlächen, wie Raps, Mais oder Sonnenblumenfeldern haben können. Die vermeintlich starke Bindung der Rothirsche an den Wald wird somit relativiert. Gesamthaft deutet die Studie darauf hin, dass der Rothirsch mit der intensiven Nutzung und der Zersiedlung der Landschaft im Mittelland wohl besser umgehen kann, als das bisher angenommen worden ist.

## Einleitung

Lebensräume von Wildtieren sind heterogen. Die verschiedenen Strukturen und Ressourcen sind nicht gleichmässig im Raum vorhanden und verteilt. Wildtiere nutzen diejenigen Lebensraumstrukturen bevorzugt, welche ihren Bedürfnissen am besten entsprechen (Manly *et al.* 2002). Bei vielen terrestrischen Arten sind die räumlichen Bewegungen und die Nutzung der vorhandenen Habitate geprägt durch die Verfügbarkeit von Nahrung (Quantität und Qualität) und die Verfügbarkeit von Schutz gegenüber Feinden / Prädatoren und Umwelteinflüssen (Godvik *et al.* 2009).

Der Rothirsch wird heutzutage berechtigterweise als Huftierart wahrgenommen, welche eine ausgesprochen starke Bindung an den Wald aufweist (Baumann *et al.* 2012). Aufgrund von Körperbau und Sozialverhalten ist jedoch davon auszugehen, dass er ursprünglich vor allem in offenen oder halb-offenen Landschaften im Übergangsbereich von Wald zu Grasland ansässig war (Haller 2002; Mattioli 2011). Studien zur aktuellen Situation belegen, dass Rothirsche bei der Wahl ihrer Habitate in weiten Teilen ihres kontinental-europäischen Verbreitungsgebietes vor allem tagsüber bewaldete Gebiete bevorzugen. In der Nacht hingegen, können sie auch Offenland-Gebiete aufsuchen, die quantitativ und qualitativ hochwertige Nahrung bieten (Godvik *et al.* 2009; Zweifel-Schielly *et al.* 2009; Allen *et al.* 2014). Rothirsche gelten jedoch als äusserst anpassungsfähig. Demnach können sie sich, falls die Bedingungen gegeben sind, durchaus auch tagsüber ausserhalb des Waldes aufhalten. Wo geeignete Einstände vorhanden sind, besteht gar die Möglichkeit, dass sie im alpinen Gelände oberhalb der Baumgrenze überwintern (Haller 2002). Zudem sei erwähnt, dass Rothirsche ebenso baumlose Regionen erfolgreich besiedeln. Beleg hierfür sind die grossen Bestände an Rothirschen im schottischen Hochland (Perez-Espona *et al.* 2008) und den vorgelagerten Inseln (Clutton-Brock *et al.* 1982).

In von Menschen genutzten Landschaften wird immer wieder die Störungsempfindlichkeit der Rothirsche gegenüber dem Mensch hervorgehoben (Haller 2002; Jayakody *et al.* 2008; Zweifel-Schielly *et al.* 2009; Baumann & Imesch 2010; Sibbald *et al.* 2011; Baumann *et al.* 2012). Sein Verhalten in diesen Regionen wird zu einem grossen Teil als Anpassung an die menschliche Nutzung des Lebensraums und die Jagd angesehen. Zum Ausdruck kommen diese Anpassungen beispielsweise in einer erhöhten Wachsamkeit (Jayakody *et al.* 2008) oder auch in der Verlagerung der Aktivität auf die Nachtstunden (Georgii 1981; Jeppesen 1987), wie auch im Ausweichen in ungestörte Einstände (Sibbald *et al.* 2011). Betont wird in diesem

Zusammenhang immer wieder die Bedeutung des Waldes als Rückzugsort für die Rothirsche während des Tages (Georgii 1980; Godvik *et al.* 2009; Baumann *et al.* 2012).

Trotz ihrer Anpassungsfähigkeit ist aufgrund der erwähnt grossen Störungsempfindlichkeit der Rothirsche derzeit nur bedingt nachvollziehbar, wie sich über mehrere Jahre hinweg eine lokale Population an Rothirschen im dicht besiedelten, stark fragmentierten und durch anthropogene Nutzung geprägten Berner und Solothurner Mittelland aufbauen und halten konnte (Righetti 1995). Dies umso mehr, als dass insbesondere weitläufige und ungestörte Wälder als mögliche Rückzugsorte weitgehend fehlen. Schliesslich weisen die vorhandenen Wälder allesamt ein dichtes Netzwerk an Wegen und Forststrassen auf. Aufgrund der leichten Erreichbarkeit und ihrer Nähe zu den Siedlungen werden sie überdies praktisch ganzjährig intensiv genutzt, so dass im Vergleich zu den Voralpen und Alpen kaum grössere ungestörte Bereiche verbleiben, wo sich die Rothirsche zurückziehen können (Abb. 5.2).

Im vorliegenden Teil des Berichts wird die Nutzung des Lebensraumes durch die Rothirsche im Mittelland daher im Detail analysiert. Es wird abgeklärt, inwieweit Unterschiede zu den Rothirschen in den Bergregionen bestehen. Mittels einer Analyse der Habitatwahl werden diejenigen Standortfaktoren identifiziert, welche für die Nutzung durch die Rothirsche in den zwei Regionen entscheidend sind. Aufgrund der Feststellung, wonach Rothirsche in von Menschen genutzten Lebensräumen überwiegend nachts aktiv sind, während sie tagsüber meist in der Deckung verbleiben (Godvik *et al.* 2009; Zweifel-Schielly *et al.* 2009), werden die Habitatanalysen sowohl für die Tag- als auch für die Nachtstunden gesondert durchgeführt. Um der Saisonalität in der Habitatwahl Rechnung zu tragen, werden die Analysen zudem für die vier Jahreszeiten getrennt gerechnet.

Speziell geklärt wird, inwiefern natürliche Landschaftselemente (Wald, Offenland, Fels), als auch anthropogene Strukturen (Siedlungen, Verkehrsträger, Wege) und die Zugänglichkeit für den Mensch (als Mass für die Störungswahrscheinlichkeit) die Habitatwahl der Rothirsche beeinflussen. Für einzelne Bereiche im Mittelland wird zudem evaluiert, welche Bedeutung bestimmten landwirtschaftlichen Kulturen zukommt, und inwiefern die inventarisierten Wildtierkorridore für die grossräumigen Bewegungen der Rothirsche eine Rolle spielen.

## Methode

### Lokalisationen

Als Datengrundlage werden die vorhandenen GPS-Lokalisationen der drei im Mittelland besenderten Rothirsche Ardy, Wika und Yano verwendet. Analog zu den Analysen in Kapitel 4, werden zudem auch die Daten der acht Rothirsche aus den Voralpen mitberücksichtigt (Willisch *et al.* 2012; Boldt & Willisch 2014). Details zu den verwendeten Lokalisationsdaten finden sich in Kapitel 4.

### Habitatwahl in Abhängigkeit von der Tageszeit und Jahreszeit

Die Daten der Rothirsche werden für die Analysen in ein Tag- und ein Nacht-Datenset aufgesplittet. Dies um tageszeitliche Muster in der Habitatwahl aufzudecken. Im Tag-Datenset sind sämtliche GPS-Positionen enthalten, welche zwischen 07:00 und 14:59 Uhr UTC registriert wurden. Das Nacht-Datenset setzt sich demgegenüber aus GPS-Positionen zusammen, welche zwischen 20:00 und 03:59 Uhr UTC aufgenommen wurden.

Um jahreszeitliche Unterschiede in der Habitatwahl sichtbar zu machen, werden die Analysen des Weiteren für jede Jahreszeit einzeln berechnet.

### Landwirtschaftliches Kulturland

Die Bedeutung des landwirtschaftlichen Kulturlandes, welches im Mittelland einen Grossteil an den Offenlandflächen ausmacht, wird für das Gebiet zwischen Kirchberg und Koppigen, exemplarisch mittels der Tag-Positionen der Rothirschkuh Wika evaluiert. Basierend auf einer Pilotstudie zu Tageseinständen während der Sommermonate (Hummel *et al.* 2014) ist nämlich bekannt, dass sich Wika (oftmals zusammen mit anderen Rothirschen, pers. Beobachtung C. Willisch) im Verlauf der Sommer- und Herbstmonate häufig auch tagsüber auf den Feldern aufgehalten hat. Die Nutzung dieser Tageseinstände auf den Feldern gegenüber Tageseinständen im Wald wird systematisch untersucht.

### Vernetzung von Rothirschlebensräumen

Die Bedeutung der inventarisierten Wildtierkorridore und weiterer Standortfaktoren für die Vernetzung der Rothirschlebensräume im Mittelland wird anhand grossräumiger Bewegungen evaluiert. Berücksichtigt werden Fälle, an denen die Rothirsche über Nacht Ortsverschiebungen von mehr als 5 km aufweisen.

### Habitatvariablen

Es werden verschiedenste räumliche Datengrundlagen für die Analysen der Habitatwahl verwendet. Darunter fallen Angaben zu:

- Höhe (m ü M.) und Hangneigung (in Grad),
- Bodenbedeckung (Wald, Offenland, Fels/Lockergestein),
- Waldreservaten,

- Abstand zum nächsten Waldrand (positive Werte: Abstand ausserhalb des Waldes; negative Werte: Abstand gegen das Waldinnere)
- Abstand zur nächsten Siedlung,
- Abstand zum nächsten Verkehrsträger (Bahn, fahrbare Strasse),
- Abstand zu Wegen,
- Siedlungsdichte (Siedlungsfläche im Umkreis von 1 km<sup>2</sup>),
- Verkehrsträgerdichte (Länge der Verkehrsträger im Umkreis von 1 km<sup>2</sup>),
- Unzugänglichkeit während des Tages, als Mass für Störungswahrscheinlichkeit am Tag (tiefe Werte: leichte Zugänglichkeit und hohe Störungswahrscheinlichkeit, hohe Werte: erschwerte Zugänglichkeit und tiefe Störungswahrscheinlichkeit) und je nach Saison (Sommerhalbjahr: für Frühjahr und Sommer, Winterhalbjahr: für Herbst und Winter).
- Unzugänglichkeit während der Nacht, als Mass für Störungswahrscheinlichkeit in der Nacht und je nach Saison (Sommerhalbjahr: für Frühjahr und Sommer, Winterhalbjahr: für Herbst und Winter).

Für die Analysen sind sämtliche Kartenrundlagen als Rasterdaten (Pixelgrösse 100m x 100m) aufgearbeitet worden (Abb. 5.2).

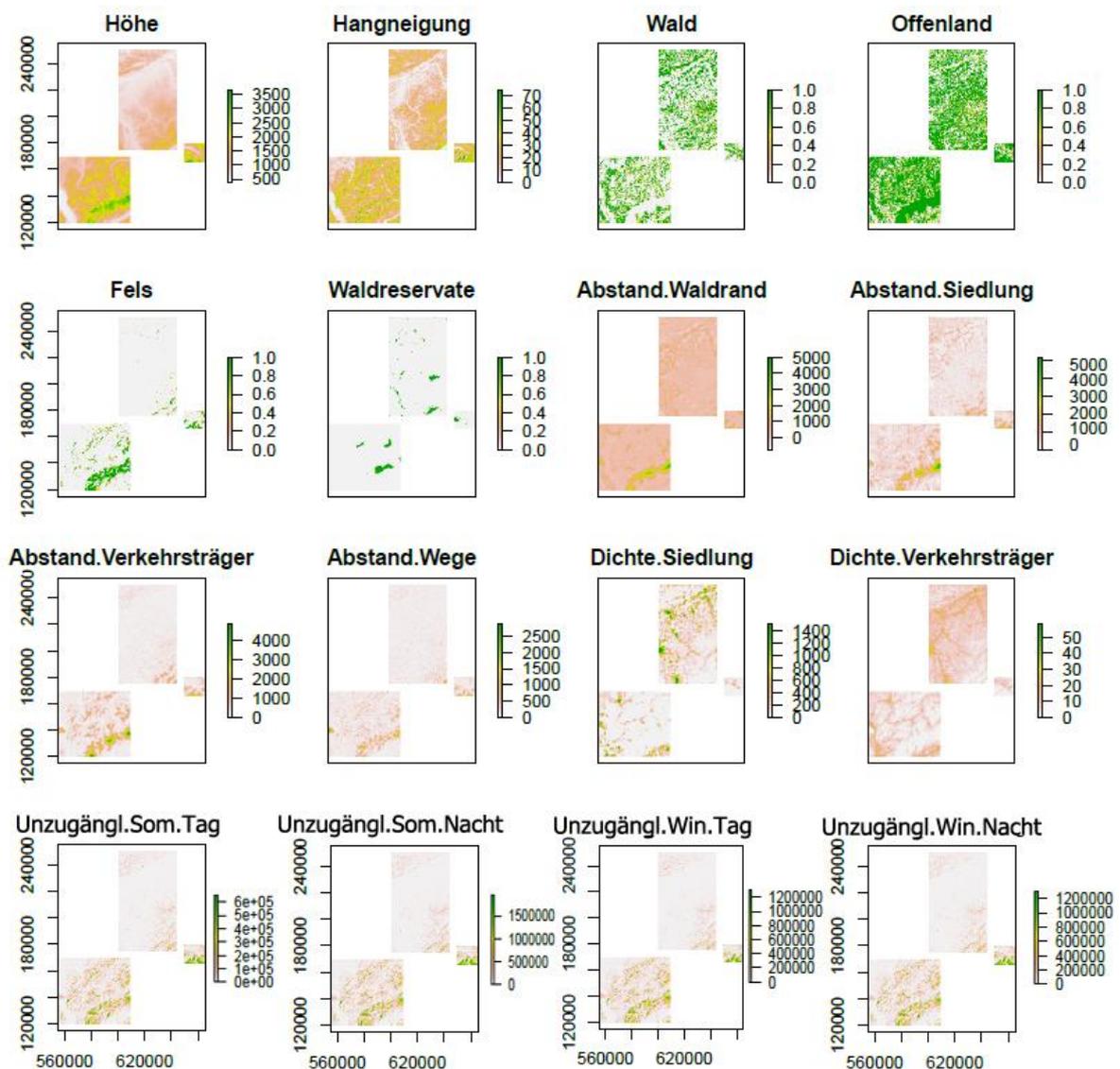


Abb. 5.2. Kartographische Darstellung der verwendeten Habitatvariablen.

## Statistische Analysen

Für die Analyse der Habitatwahl wird ein Typ-III Design angewendet (Manly *et al.* 2002). Die Wahl eines Habitats wird demnach in Abhängigkeit der Verfügbarkeit an Habitaten für jedes Individuum separat betrachtet. Zur räumlichen Eingrenzung werden für jedes Individuum ihre jahreszeitlichen Minimum-Konvex-Polygone herangezogen. Innerhalb dieser wird die Wahl der verschiedenen Habitats mit deren Verfügbarkeit verglichen. Die eigentliche Analyse der Habitatwahl der Rothirsche erfolgt mittels der K-Select-Methode (Caléngé *et al.* 2005). Die Methode basiert auf dem Konzept der ökologischen Nische. Im Grundsatz entspricht sie einer Hauptkomponenten-Analyse. Sie fokussiert auf die Unterschiede zwischen verfügbaren und genutzten Habitaten – der Marginalität. Die Methode hat für uns verschiedene Vorteile. Erstens können eine Vielzahl verschiedenster Habitatfaktoren gleichzeitig in das Modell integriert werden. Dies ist bei anderen Methoden (z.B. selection ratio analysis (Manly *et al.* 2002), compositional analysis (Aebischer *et al.* 1993)) oftmals nicht möglich. Zweitens basiert die Habitatanalyse auf Ebene der Individuen. Das heisst, dass Berechnungen nicht bloss auf der Gesamtheit der Individuen erfolgen und einen Durchschnittswert angeben, sondern, dass diese Werte für jedes Tier separat ermittelt und dargestellt werden können. Das ist von Bedeutung, da hierdurch die Eigenheiten einzelner Tiere in ihrer Habitatwahl aufgezeigt werden können (Caléngé *et al.* 2005). Im vorliegenden Fall gibt uns diese Methode also Aufschluss darüber, wo Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Rothirschen im Mittelland und denjenigen in den Voralpen bestehen. Für jedes Datenset wird schliesslich ein sogenannter Randomisationstest ( $n = 10'000$ ) durchgeführt. Dieser wird verwendet, um zu prüfen, inwiefern der erste Eigenwert der Analyse von einer rein zufälligen Habitatwahl abweicht. Fällt er signifikant aus, so heisst das, dass es zumindest eine Gruppe mehrerer Individuen gibt, die alle eine Ähnlichkeit in Bezug auf ihre Habitatwahl haben (Caléngé *et al.* 2005). Für die Habitatwahl-Analysen wird die Software R (Version 3.1) mit dem package *adehabitatHR* (Caléngé 2006; Caléngé 2011) verwendet.

## Resultate

### Ganzjährig

#### Tag

Die Charakterisierung des verfügbaren Rothirsch-Habitats über das ganze Jahr und unter Berücksichtigung der Tag-Positionen entlang der ersten beiden Hauptachsen ist in Abb. 5.3.a dargestellt (Bemerkung: Die Werte entsprechen der Ladungsmatrix für die ersten beiden Achsen einer Hauptkomponenten-Analyse). Wir sehen, bestimmende Faktoren für das Habitat sind entlang der ersten Achse (x-Achse) der Wald, der Abstand zum Waldrand und das Offenland. Entlang der zweiten Achse (y-Achse) sind der Abstand zu den Siedlungen und die Siedlungsdichte, wie auch in geringerer Masse die Unzugänglichkeit und der Abstand zu Wegen ausschlaggebend (Abb. 5.3.a).

Die Abb. 5.3.b visualisiert die Habitat-Selektion der einzelnen Individuen entlang dieser ersten beiden Hauptachsen. Es ist gut zu erkennen, dass die Voralpen-Rothirsche sowohl was das verfügbare Habitat (Startpunkt des Pfeils) anbelangt, vor allem aber die Richtung (Endpunkt der Pfeils im Vergleich zu Startpunkt) und Stärke der Selektion (Pfeillänge) betreffend deutlich clustern. Von den Mittelland-Rothirschen ist Yano in Bezug auf Selektionsrichtung und -stärke vergleichbar mit den Voralpen-Rothirschen. Ardy und Wika, weichen jedoch deutlich von diesem Muster ab, indem sie bezüglich der zweiten Achse in die entgegengesetzte Richtung selektieren.

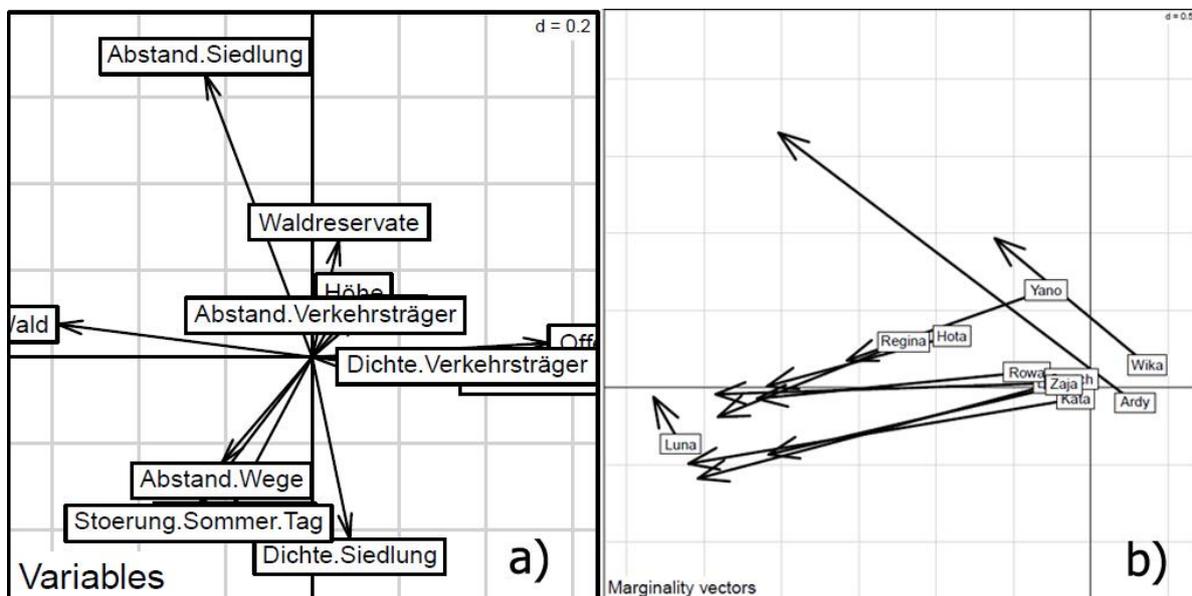


Abb. 5.3. Resultate der K-Select-Analyse für die Habitatwahl der Rothirsche während des ganzen Jahres am Tag: a) Ladung der Habitatvariablen entlang der ersten zwei Achsen, b) Projektion der Marginalitätsvektoren aller Individuen entlang der beiden Hauptachsen. Startpunkt des Pfeils = verfügbares Habitat; Pfeilrichtung = Richtung der Selektion; Pfeillänge = Stärke der Selektion.

Gemäss Randomisationstest ist der erste Eigenwert ( $\lambda_1 = 3.21$ ) signifikant grösser als unter einer zufälligen Habitatwahl erwartet würde ( $p < 0.0001$ ). Das heisst, dass die Habitatwahl mehrerer Rothirsche einem bestimmten, nicht zufälligen Muster folgt. Die beiden Hauptachsen erklären zusammen 91.71% der Habitatwahl (1. Achse: 81.6%, 2. Achse: 10.1%).

Wie stark die einzelnen Rothirsche für die verschiedenen Habitatfaktoren selektieren ist in Tabelle 5.1 im Detail zusammengestellt. Darin wird ersichtlich, dass Rothirsche sowohl im Mittelland wie auch in den Voralpen während des Tages eine starke Bevorzugung für den Wald aufweisen, während sie das Offenland stark meiden. Mit Ausnahme von Wika und den zwei Voralpen-Rothirschen Luna und Regina, halten sie sich zudem meist tief im Waldesinnern, weit weg vom Waldrand auf. Im Gegensatz zu den Mittelland-Rothirschen zeigen die Voralpen-Rothirsche aber eine klare Bevorzugung von Einständen, welche steil, möglichst weit entfernt von Wegen und relativ unzugänglich sind. Mit Blick auf die Mittelland-Rothirsche fällt zudem auf, dass Wika und Ardy dicht besiedelte bzw. siedlungsnahе Gebiete meiden, während Yano sich gar bevorzugt in solchen Regionen aufhält. Für die Habitatwahl der Mittelland-Rothirsche am Tag sind die Verkehrsträger, wie die Wege und die Unzugänglichkeit offensichtlich nicht von grosser Bedeutung.

Tab. 5.1. Selektion der Habitatvariablen für jedes Individuum und jede Variable (Mittelwert<sub>genutztes Habitat</sub> - Mittelwert<sub>verfügbares Habitat</sub>) während des Tages und in der Nacht (grün: positive Werte, rot: negative Werte) basierend auf der K-Select-Analyse.

|              |        | Höhe  | Hangneigung | Wald  | Offenland | Fels  | Waldreservate | Abstand.Waldrand | Abstand.Siedlung | Dichte.Siedlung | Abstand.Verkehrsträger | Dichte.Verkehrsträger | Abstand.Wege | Unzugängl.Som |
|--------------|--------|-------|-------------|-------|-----------|-------|---------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|--------------|---------------|
| <b>Tag</b>   | Ardy   | -0.05 | -0.17       | 1.41  | -1.16     | -0.01 | 0.49          | -1.14            | 1.72             | -0.81           | 0.03                   | -0.04                 | 0.00         | 0.05          |
|              | Wika   | -0.01 | -0.14       | 0.75  | -0.53     | -0.01 | -0.01         | -0.04            | 0.76             | -0.62           | 0.07                   | -0.14                 | 0.08         | 0.01          |
|              | Yano   | 0.04  | 0.20        | 1.16  | -0.97     | -0.02 | -0.01         | -0.60            | -0.32            | 0.64            | 0.01                   | 0.35                  | -0.05        | 0.01          |
|              | Hota   | -0.53 | 0.39        | 0.73  | -0.71     | 0.01  | 0.00          | -0.31            | 0.02             | 0.01            | 0.07                   | 0.18                  | 0.37         | 0.30          |
|              | Kata   | -0.02 | 0.77        | 1.29  | -1.22     | -0.30 | -0.26         | -0.88            | 0.48             | -0.17           | 0.22                   | -0.43                 | 0.56         | 1.25          |
|              | Lola   | -0.40 | 0.31        | 1.28  | -1.22     | -0.39 | -0.25         | -0.78            | 0.47             | -0.10           | -0.31                  | -0.04                 | 0.41         | 0.42          |
|              | Luna   | 0.30  | 0.03        | 0.15  | -0.15     | -0.27 | 0.00          | -0.07            | 0.23             | -0.06           | -0.07                  | -0.16                 | 0.02         | -0.38         |
|              | Regina | -0.18 | 0.39        | 0.62  | -0.63     | 0.05  | -0.21         | -0.22            | 0.11             | 0.03            | -0.10                  | 0.06                  | 0.70         | 0.59          |
|              | Rowa   | -0.14 | 0.46        | 1.08  | -1.05     | -0.11 | 0.00          | -0.39            | 0.31             | -0.01           | 0.02                   | -0.16                 | 0.48         | 0.43          |
|              | Scotch | -0.59 | 0.44        | 1.31  | -1.28     | -0.56 | -0.53         | -1.03            | 0.16             | 0.02            | -0.46                  | 0.06                  | 0.51         | 0.83          |
|              | Zaja   | -0.23 | 0.27        | 1.13  | -1.09     | -0.51 | -0.43         | -0.74            | 0.03             | -0.05           | -0.40                  | 0.01                  | 0.64         | 0.34          |
| <b>Nacht</b> | Ardy   | -0.17 | -0.24       | 0.34  | -0.12     | 0.05  | 0.24          | -0.38            | 1.10             | -0.66           | 0.00                   | 0.04                  | 0.01         | 0.00          |
|              | Wika   | -0.03 | -0.10       | -0.10 | 0.31      | -0.01 | -0.03         | 0.44             | 0.48             | -0.51           | 0.06                   | -0.23                 | 0.05         | 0.00          |
|              | Yano   | 0.02  | 0.14        | 0.10  | 0.07      | -0.01 | 0.01          | -0.19            | -0.01            | 0.00            | 0.00                   | 0.11                  | -0.01        | 0.00          |
|              | Hota   | -0.41 | 0.02        | 0.17  | -0.15     | -0.06 | 0.00          | -0.07            | -0.07            | -0.04           | 0.02                   | 0.15                  | 0.12         | -0.01         |
|              | Kata   | -0.07 | 0.09        | 0.26  | -0.22     | -0.26 | -0.23         | -0.38            | 0.02             | -0.16           | 0.01                   | -0.32                 | -0.04        | 0.30          |
|              | Lola   | -0.43 | -0.14       | 0.37  | -0.33     | -0.43 | -0.26         | -0.43            | 0.00             | -0.06           | -0.46                  | 0.02                  | -0.15        | -0.24         |
|              | Luna   | 0.46  | 0.00        | 0.05  | -0.03     | -0.25 | 0.00          | 0.01             | -0.06            | -0.16           | -0.15                  | -0.37                 | -0.10        | -0.65         |
|              | Regina | -0.21 | -0.33       | -0.11 | 0.10      | -0.14 | -0.19         | 0.02             | -0.33            | 0.04            | -0.29                  | 0.12                  | -0.40        | -0.57         |
|              | Rowa   | -0.05 | -0.11       | 0.01  | -0.01     | -0.15 | 0.00          | -0.02            | -0.35            | -0.03           | -0.12                  | -0.10                 | -0.04        | -0.07         |
|              | Scotch | -0.69 | -0.30       | 0.28  | -0.26     | -0.54 | -0.46         | -0.47            | -0.22            | 0.07            | -0.50                  | 0.21                  | -0.16        | 0.05          |
|              | Zaja   | -0.16 | -0.31       | -0.05 | 0.06      | -0.47 | -0.39         | -0.25            | -0.38            | -0.03           | -0.35                  | 0.02                  | -0.18        | -0.39         |

## Nacht

Die Charakterisierung des Ganzjahreshabitats entlang der zwei ersten Achsen für die Nacht ist basierend auf der K-Select-Analyse und die Selektion der einzelnen Rothirsche entlang dieser beiden ersten Achsen sind in Abb. 5.4 dargestellt. In Bezug auf die Selektionsrichtung weichen Ardy und Wika wiederum deutlich von den Voralpen-Rothirschen ab. Yano zeigt generell nur eine schwache Selektion verglichen mit den anderen Rothirschen. Im Gegensatz zur Habitatwahl am Tag (vergleiche dazu Abb. 5.3), ist die Habitatwahl in der Nacht insbesondere bei den Voralpen-Rothirschen deutlich heterogener.

Der Randomisationstest bestätigt jedoch ebenfalls in diesem Fall, dass die Habitatwahl der Rothirsche nicht einem zufälligen Prozess entspricht ( $\lambda_1 = 0.34$ ,  $p < 0.0001$ ). Die beiden ersten Achsen erklären gemeinsam 66.8% (1. Achse: 43.3%, 2. Achse: 23.5%).

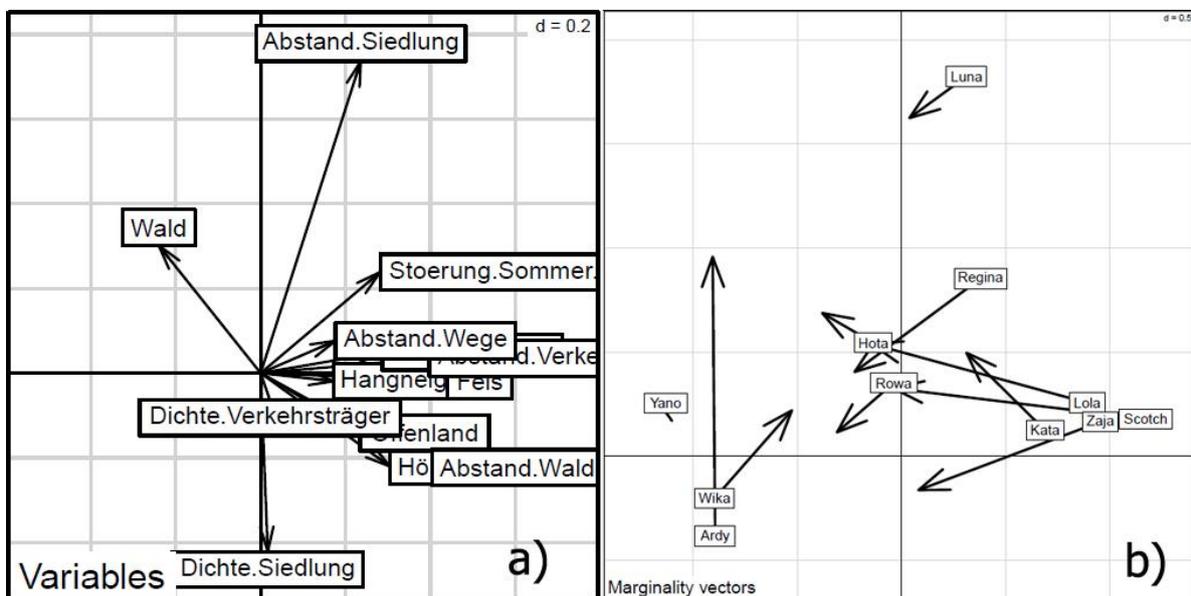


Abb. 5.4. Resultate der K-Select-Analyse für die Habitatwahl der Rothirsche während des ganzen Jahres in der Nacht: a) Ladung der Habitatvariablen entlang der ersten zwei Achsen, b) Projektion der Marginalitätsvektoren aller Individuen entlang der beiden Hauptachsen.

Die Details der Habitatwahl während der Nacht über das gesamte Jahr sind Tabelle 5.1 zu entnehmen. Die Selektion ist generell weniger stark als am Tag und vor allem weniger einheitlich. Die Rothirsche im Mittelland betreffend fällt auf, dass Ardy und Wika insbesondere Orte bevorzugen, die weit entfernt von Siedlungen liegen und eine entsprechend geringe Siedlungsdichte aufweisen. Wika favorisiert nun deutlich Offenland gegenüber Wald, und sie hält sich relativ weit vom Waldrand entfernt auf. Ardy hingegen hält sich auch nachtsüber bevorzugt im Waldesinnern auf und zeigt eine gewisse Meidung gegenüber dem Offenland. Yano verhält sich während der Nacht offenbar nicht sonderlich selektiv – das heisst, dass er den Lebensraum entsprechend seiner Verfügbarkeit nutzt. Die Abstände zu Verkehrsträgern und Wegen, sowie die Unzugänglichkeit spielen keine Rolle für die Habitatwahl der Mittelland-Rothirsche in der Nacht.

Mit Blick auf die Voralpen-Rothirsche zeigt sich, dass diese in der Nacht vermehrt wenig steile Gebiete aufsuchen, welche oftmals überaus nah zu Verkehrsträgern und Wegen liegen. Zudem spielt auch der Abstand zu Siedlungen während der Nacht eine geringere Rolle. Individuell kommt es gar zu einer Bevorzugung siedlungsnaher Gebiete. Entsprechend ist in einzelnen Fällen ebenfalls eine deutliche Meidung unzugänglicher Orte feststellbar. Das heisst, dass manche Rothirsche in den Voralpen nachts bevorzugt einfach zugängliche Orte nutzen. Offenland kann vereinzelt immer noch gemieden werden, während für Wald in einigen Fällen noch eine schwache Bevorzugung besteht.

### Habitatwahl im Jahresverlauf

#### Tag

Der saisonale Verlauf der Habitatwahl der Rothirsche am Tag wird hiernach zusammenfassend erläutert. Die Charakterisierung der ersten beiden Achsen basierend auf den K-Select-Analysen ist für die vier Jahreszeiten in den Abb. 5.5 dargestellt. Mit Blick auf die Selektion entlang der ersten zwei Achsen kann zu allen vier Jahreszeiten ein Clustern der Voralpen-Rothirsche gegenüber den Rothirschen im Mittelland festgestellt werden. Von den Rothirschen im Mittelland ähnelt Yano hinsichtlich der Selektionsrichtung am ehesten den Rothirschen aus den Berggebieten, während Ardy und Wika jeweils deutlich anders selektieren. Im Grundsatz verhalten sich die Rothirsche im Frühjahr und Winter am einheitlichsten. Dann stimmt die grobe Richtung der Selektion entlang der ersten Achse ebenfalls zwischen Voralpen- und Mittelland-Rothirschen überein. Im Herbst schert diesbezüglich Wika aus, die gerade entgegengesetzt selektiert. Im Sommer sind schliesslich selbst unter den Voralpen-Rothirschen erhebliche Unterschiede in Selektionsrichtung und -stärke auszumachen.

Die erwähnten Unterschiede in den Selektionsmustern der Rothirsche zeichnen sich ebenfalls in der erklärten Varianz durch die beiden ersten Hauptachsen der Analysen ab. Diese liegt für den Frühling und den Winter bei über 90%, gegenüber rund 86% für den Sommer und den Herbst. Die Resultate der Randomisationstests zeigen letztlich aber auch, dass die Habitatwahl der Rothirsche zu den verschiedenen Jahreszeiten nicht zufällig sondern nach einem bestimmten Muster erfolgt, dass jeweils für mehrere Rothirsche Gültigkeit hat (Tab. 5.2).

Tab. 5.2. Ergebnisse der Randomisationstests basierend auf der K-Select-Analyse für die Habitatwahl der Rothirsche am Tag in Abhängigkeit der Jahreszeit.

|          | Varianz  |          | 1. & 2. Achse | Randomisationstest           |          |
|----------|----------|----------|---------------|------------------------------|----------|
|          | 1. Achse | 2. Achse |               | Erster Eigenwert $\lambda_1$ | p-Wert   |
| Frühling | 78.2 %   | 14.9 %   | 93.1 %        | 3.64                         | < 0.0001 |
| Sommer   | 53.2 %   | 32.4 %   | 85.6 %        | 1.31                         | < 0.0001 |
| Herbst   | 74.7 %   | 11.3 %   | 86.0 %        | 3.49                         | < 0.0001 |
| Winter   | 81.5 %   | 9.1 %    | 90.6 %        | 2.08                         | < 0.0001 |

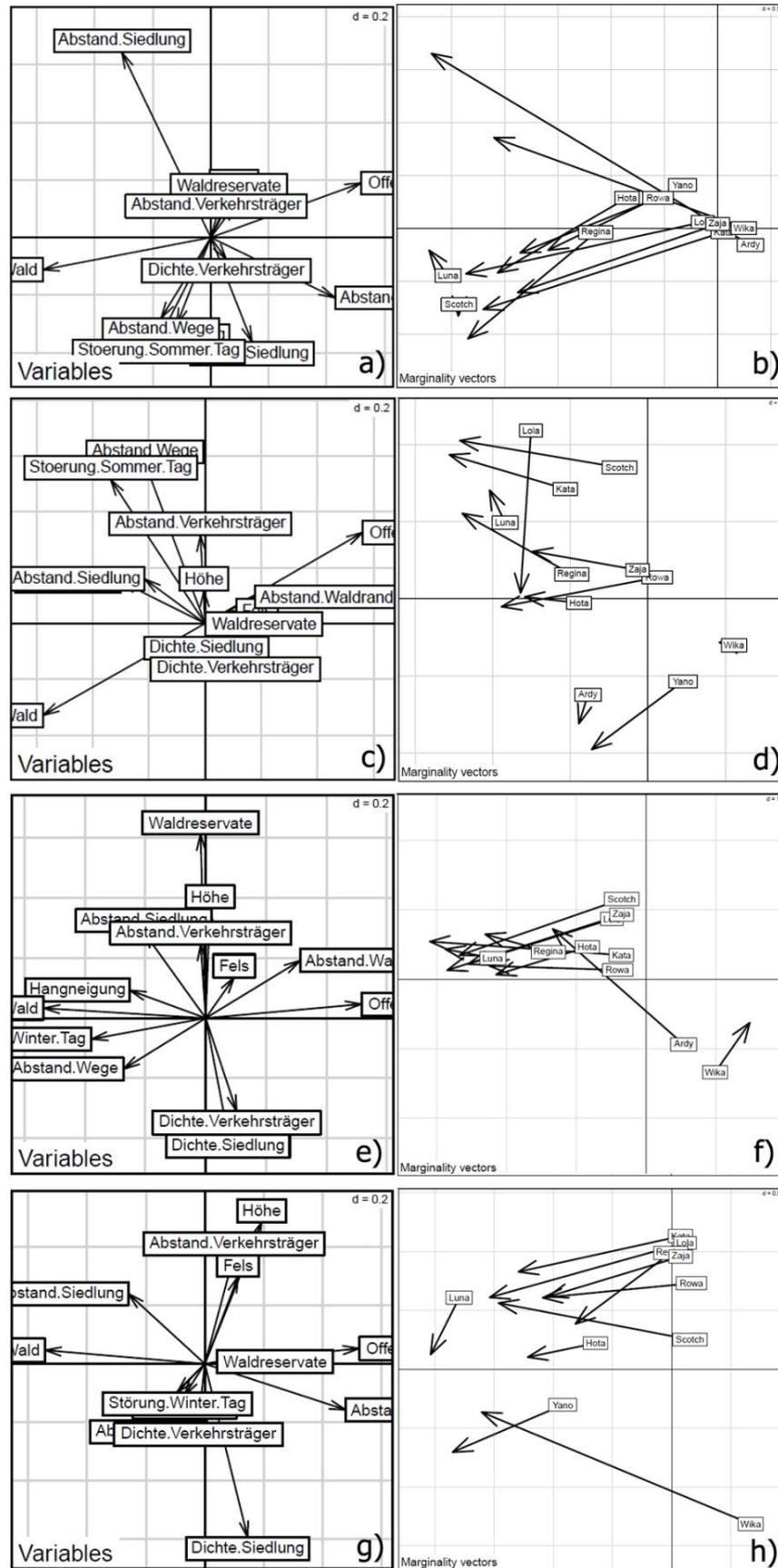


Abb. 5.5. Resultate der K-Select-Analyse für die Habitatwahl der Rothirsche während den verschiedenen Jahreszeiten am Tag. Dargestellt sind jeweils die Ladung der Habitatvariablen und die Projektionen der Marginalitätsvektoren: Frühjahr (a, b), Sommer (c, d), Herbst (e, f) und Winter (g, h).

In der Tabelle 5.3 ist der Einfluss der einzelnen Faktoren auf die Habitatwahl der Rothirsche im Jahresverlauf zusammengestellt. Ungeachtet der Jahreszeit ist für die meisten Rothirsche die Bevorzugung des Waldes gegenüber dem Offenland für die Wahl der Tageseinstände besonders deutlich zu erkennen, wobei Standorte tief im Innern des Waldes typischerweise denjenigen im Waldrandbereich vorgezogen werden. Wika bildet hier jedoch eine Ausnahme. Sie selektiert im Winter und im Frühling tagsüber zwar ebenfalls sehr stark den Wald gegenüber dem Offenland. Bereits im Sommer schwindet bei ihr dieses Muster aber zunehmend. Sie nutzt dann immer noch etwas überproportional mehr den Wald als Tageseinstand, das Offenland wird allerdings nicht mehr gemieden, wobei sie waldferne Gebiete nun schon bevorzugt. In den Herbstmonaten wird schliesslich das Offenland weit entfernt vom Wald als Tageseinstand bevorzugt, der Wald selbst wird seinerseits leicht gemieden.

Die Habitatwahl in Bezug auf Siedlungen ist unter den Mittelland-Rothirschen, wie auch unter denjenigen in den Voralpen unterschiedlich. Wika meidet demnach das ganze Jahr über dicht besiedelte Gebiete und hält einen entsprechend grossen Abstand ein, während Yano vom Winter bis in den Sommer hinein, jeweils gegenteilig selektiert. Seine Tageseinstände liegen demnach oft in der Nähe grösserer Siedlungen. Bei Ardy fällt auf, dass er noch im Frühling Siedlungen stark meidet, im Sommer dann aber siedlungsnahe Einstände präferiert. Während des Herbstes meidet er dichtbesiedeltes Gebiet wieder vermehrt. In dieser Jahreszeit zieht er jedoch zur Brunft ins Emmental, welches grundsätzlich schon eine weniger hohe Siedlungsdichte aufweist als das Mittelland. Bei den Rothirschen in den Voralpen fällt indes auf, dass zwar manche bei ihrer Einstandswahl auf den Abstand zu Siedlungen achten, dass die Siedlungsdichte aber zu keiner Jahreszeit einen bedeutenden Einfluss auf die Einstandswahl hat.

Der Abstand zu Verkehrsträgern und deren Dichte ist für die Wahl der Tageseinstände ebenfalls eher unbedeutend. Dies kommt in einer grossen individuellen und saisonalen Variation zum Ausdruck, unabhängig davon ob es sich um Rothirsche in den Voralpen oder im Mittelland handelt. Der Abstand zu Wegen ist indes in den Voralpen ein wichtiger Parameter, der die Einstandswahl der Rothirsche zu allen Jahreszeiten massgeblich beeinflusst. Demnach halten sich die Rothirsche tagsüber meist möglichst weit entfernt von Wegen auf. Besonders ausgeprägt ist das im Herbst zu beobachten. Im Mittelland hingegen ist der Abstand zu Wegen zu keiner Jahreszeit ein bestimmender Faktor für die Einstandswahl.

Ähnliches gilt letztlich auch für die Unzugänglichkeit. Die Wahl der Tageseinstände erfolgt bei den Rothirschen im Mittelland demnach ungeachtet davon. In den Voralpen ist die Unzugänglichkeit ausser im Winter immer ein relevanter Parameter für die Habitatwahl der Rothirsche. Insbesondere im Herbst, bevorzugen sämtliche Rothirsche in den Voralpen Orte, an denen die Unzugänglichkeit relativ gross ist. Einen wesentlich geringeren Einfluss scheint dieser Faktor dann wiederum im Winter zu haben, auch wenn die Rothirsche dann immer noch prinzipiell Gebiete bevorzugen, welche etwas unzugänglicher als das übrige Habitat sind.

Tab. 5.3. Selektion der Habitatvariablen für jedes Individuum und jede Variable (Mittelwert<sub>genutztes Habitat</sub> - Mittelwert<sub>verfügbares Habitat</sub>) während des Tages für die verschiedenen Jahreszeiten (grün: positive Werte, rot: negative Werte) basierend auf der K-Select-Analyse.

|                 |               | Höhe  | Hangneigung | Wald  | Offenland | Fels  | Waldreservate | Abstand. Waldrand | Abstand. Siedlung | Dichte. Siedlung | Abstand. Verkehrsträger | Dichte. Verkehrsträger | Abstand. Wege | Unzugängl. Tag |
|-----------------|---------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|---------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------|----------------|
| <b>Frühling</b> | Ardy          | -0.05 | -0.11       | 1.45  | -1.13     | -0.02 | 0.06          | -1.70             | 2.24              | -1.01            | 0.00                    | -0.14                  | 0.04          | 0.02           |
|                 | Wika          | 0.02  | -0.05       | 1.37  | -1.13     | -0.01 | 0.03          | -1.16             | 1.08              | -0.74            | 0.16                    | -0.31                  | 0.12          | 0.03           |
|                 | Yano          | 0.04  | 0.15        | 1.16  | -0.98     | -0.02 | -0.01         | -0.58             | -0.28             | 0.52             | 0.01                    | 0.31                   | -0.05         | 0.01           |
|                 | Hota          | -0.68 | 0.41        | 0.80  | -0.77     | -0.01 | 0.00          | -0.36             | -0.11             | 0.00             | 0.17                    | 0.13                   | 0.43          | 0.36           |
|                 | Kata          | -0.12 | 0.60        | 1.23  | -1.16     | -0.28 | -0.32         | -0.90             | 0.29              | -0.15            | 0.03                    | -0.32                  | 0.67          | 1.04           |
|                 | Lola          | -0.37 | 0.38        | 1.29  | -1.24     | -0.39 | -0.24         | -0.73             | 0.54              | -0.11            | -0.19                   | -0.09                  | 0.60          | 0.63           |
|                 | Luna          | 0.13  | -0.05       | 0.22  | -0.21     | -0.13 | 0.00          | -0.05             | 0.11              | -0.01            | -0.15                   | -0.01                  | -0.09         | -0.52          |
|                 | Regina        | -0.30 | 0.61        | 0.65  | -0.67     | 0.09  | -0.22         | -0.25             | -0.04             | 0.06             | -0.11                   | 0.11                   | 0.70          | 0.97           |
|                 | Rowa          | -0.15 | 0.32        | 0.92  | -0.89     | -0.20 | 0.00          | -0.33             | -0.02             | -0.01            | -0.07                   | -0.04                  | 0.26          | 0.24           |
|                 | Scotch        | 0.01  | -0.01       | 0.02  | -0.01     | -0.04 | 0.00          | -0.01             | -0.13             | -0.04            | 0.05                    | 0.07                   | 0.17          | -0.03          |
|                 | Zaja          | -0.21 | 0.25        | 1.19  | -1.15     | -0.48 | -0.47         | -0.77             | 0.00              | -0.05            | -0.38                   | 0.01                   | 0.53          | 0.21           |
| <b>Sommer</b>   | Ardy          | -0.01 | -0.04       | 0.30  | -0.32     | 0.00  | 0.12          | 0.45              | -0.41             | -0.02            | -0.10                   | 0.23                   | -0.14         | -0.01          |
|                 | Wika          | 0.01  | -0.04       | 0.26  | -0.08     | 0.00  | -0.02         | 0.39              | 0.22              | -0.52            | 0.05                    | -0.12                  | 0.04          | 0.01           |
|                 | Yano          | 0.05  | 0.33        | 1.11  | -0.93     | 0.00  | -0.06         | -0.46             | -0.44             | 1.13             | -0.01                   | 0.48                   | -0.08         | 0.01           |
|                 | Hota          | -0.14 | 0.33        | 0.37  | -0.37     | 0.11  | 0.00          | -0.14             | 0.22              | 0.02             | 0.03                    | 0.13                   | 0.27          | 0.22           |
|                 | Kata          | 0.17  | 0.39        | 0.69  | -0.68     | -0.59 | 0.00          | -0.23             | 0.42              | -0.01            | 0.44                    | -0.27                  | 0.28          | 0.90           |
|                 | Lola          | -0.19 | -0.34       | 0.76  | -0.76     | -0.20 | 0.00          | -0.23             | -0.20             | -0.03            | -0.67                   | 0.20                   | -1.23         | -1.04          |
|                 | Luna          | 0.09  | 0.03        | 0.00  | 0.00      | -0.02 | 0.00          | 0.06              | 0.05              | 0.00             | 0.03                    | -0.01                  | 0.43          | 0.27           |
|                 | Regina        | 0.19  | 0.56        | 0.54  | -0.53     | 0.23  | 0.00          | -0.13             | 0.88              | -0.03            | 0.19                    | -0.15                  | 0.71          | 0.80           |
|                 | Rowa          | -0.21 | 0.63        | 1.25  | -1.25     | -0.06 | 0.00          | -0.41             | 0.44              | -0.02            | -0.15                   | -0.25                  | 0.23          | 0.44           |
|                 | Scotch        | -0.44 | 0.45        | 1.03  | -1.04     | 0.00  | 0.00          | -0.39             | -0.11             | 0.05             | -0.94                   | 0.31                   | 1.06          | 1.55           |
|                 | Zaja          | 0.34  | 0.43        | 0.76  | -0.69     | -0.24 | 0.00          | -0.23             | 0.14              | -0.29            | 0.02                    | -0.37                  | 0.66          | 0.34           |
| <b>Herbst</b>   | Ardy          | 0.56  | 0.56        | 1.18  | -1.01     | -0.01 | 1.38          | -0.75             | 0.65              | -0.78            | 0.25                    | -0.61                  | 0.08          | 0.16           |
|                 | Wika          | 0.02  | -0.08       | -0.07 | 0.25      | -0.01 | -0.02         | 1.44              | 0.30              | -0.74            | 0.04                    | -0.19                  | 0.01          | 0.01           |
|                 | Hota          | -0.58 | 0.47        | 0.77  | -0.75     | -0.01 | 0.00          | -0.31             | -0.19             | 0.07             | 0.25                    | 0.06                   | 0.49          | 0.51           |
|                 | Kata          | 0.22  | 0.84        | 1.23  | -1.19     | -0.16 | -0.11         | -0.63             | 0.72              | -0.16            | 0.38                    | -0.45                  | 0.67          | 1.75           |
|                 | Lola          | -0.38 | 0.36        | 1.27  | -1.23     | -0.36 | -0.29         | -0.76             | 0.25              | -0.07            | -0.38                   | 0.11                   | 0.58          | 0.48           |
|                 | Luna          | 0.16  | 0.10        | 0.19  | -0.18     | -0.02 | 0.00          | -0.12             | 0.48              | -0.01            | 0.17                    | -0.07                  | 0.46          | 0.49           |
|                 | Regina        | 0.18  | 0.17        | 0.28  | -0.26     | 0.11  | 0.00          | -0.07             | 0.81              | -0.06            | 0.15                    | -0.15                  | 0.79          | 0.42           |
|                 | Rowa          | -0.12 | 0.51        | 1.08  | -1.05     | -0.10 | -0.01         | -0.40             | 0.41              | -0.11            | 0.11                    | -0.32                  | 0.52          | 0.46           |
|                 | Scotch        | -0.26 | 0.43        | 1.29  | -1.28     | -0.54 | -0.46         | -0.83             | 0.14              | 0.01             | -0.27                   | 0.02                   | 0.71          | 0.90           |
|                 | Zaja          | -0.30 | 0.45        | 1.34  | -1.30     | -0.48 | -0.40         | -0.84             | 0.26              | -0.09            | -0.41                   | 0.01                   | 1.07          | 0.91           |
|                 | <b>Winter</b> | Ardy  |             |       |           |       |               |                   |                   |                  |                         |                        |               |                |
| Wika            |               | 0.00  | -0.08       | 1.29  | -1.14     | -0.02 | -0.18         | -1.27             | 0.72              | -0.99            | 0.06                    | -0.03                  | 0.20          | 0.02           |
| Yano            |               | 0.03  | -0.09       | 0.65  | -0.66     | -0.06 | -0.03         | -0.77             | -0.17             | 0.76             | 0.09                    | 0.19                   | 0.13          | 0.01           |
| Hota            |               | -0.14 | 0.20        | 0.37  | -0.36     | 0.07  | 0.00          | -0.14             | 0.05              | -0.04            | -0.02                   | 0.17                   | 0.27          | 0.13           |
| Kata            |               | -0.51 | 0.08        | 0.73  | -0.74     | -0.27 | 0.00          | -0.67             | 0.26              | -0.02            | -0.29                   | 0.02                   | 0.10          | 0.11           |
| Lola            |               | -0.60 | 0.08        | 0.77  | -0.78     | -0.37 | 0.00          | -0.81             | 0.58              | 0.01             | -0.57                   | 0.14                   | 0.25          | 0.17           |
| Luna            |               | -0.30 | -0.09       | 0.17  | -0.18     | -0.42 | 0.00          | -0.07             | -0.37             | 0.07             | -0.01                   | 0.44                   | 0.09          | -0.04          |
| Regina          |               | -0.40 | 0.14        | 0.49  | -0.55     | -0.12 | -0.60         | -0.27             | -0.45             | 0.09             | -0.26                   | 0.22                   | 0.46          | 0.01           |
| Rowa            |               | -0.24 | 0.24        | 0.76  | -0.77     | -0.09 | 0.00          | -0.38             | 0.29              | 0.00             | 0.07                    | 0.00                   | 0.46          | 0.23           |
| Scotch          |               | -0.03 | 0.59        | 0.83  | -0.81     | -0.01 | 0.00          | -0.88             | 0.51              | -0.20            | 0.27                    | -0.30                  | 0.51          | 0.47           |
| Zaja            |               | -0.21 | 0.14        | 0.60  | -0.61     | -0.31 | 0.00          | -0.42             | 0.14              | 0.04             | -0.14                   | 0.04                   | 0.63          | 0.21           |

## Nacht

Auch für die Nacht wird der saisonale Verlauf der Habitatwahl der Rothirsche zusammenfassend wiedergegeben. In der Abb. 5.6 ist die Charakterisierung der ersten beiden Achsen basierend auf den K-Select-Analysen ist für die vier Jahreszeiten visualisiert.

Wie der Abb. 5.6 weiter zu entnehmen ist, bilden die Rothirsche der Voralpen gegenüber denjenigen im Mittelland im Jahresverlauf mit Bezug auf die Habitatwahl während der Nacht nicht mehr ganz so klare Cluster wie während des Tages. Die Situation in den Voralpen ist, was die nächtliche Einstandwahl anbelangt, entsprechend heterogener. Zudem ergibt sich auch für die Selektionsrichtung ein deutlich weniger einheitliches Gesamtbild. Auffallend ist, dass die Stärke der Selektion von Individuum zu Individuum stark variiert und auch zwischen den einzelnen Jahreszeiten gibt es erhebliche Schwankungen. Die Mittelland-Rothirsche betreffend ist zu jeder Jahreszeit eine hohe Variabilität was Selektionsrichtung und –stärke anbelangt festzustellen.

Die Varianz, welche durch die beiden ersten Hauptachsen erklärt wird, ist im Frühling mit etwa 93% deutlich höher als in den übrigen Jahreszeiten. Dennoch, die durchgeführten Randomisationstest zeigen, dass die Habitatwahl in allen vier Jahreszeiten nicht zufällig erfolgt (Tab. 5.4)

Tab. 5.4. Ergebnisse der Randomisationstests basierend auf der K-Select-Analyse für die Habitatwahl der Rothirsche während der Nacht in Abhängigkeit der Jahreszeit.

|          | <b>Varianz</b>  |                 |                          | <b>Randomisationstest</b>                      |               |
|----------|-----------------|-----------------|--------------------------|--|---------------|
|          | <b>1. Achse</b> | <b>2. Achse</b> | <b>1. &amp; 2. Achse</b> | <b>Erster Eigenwert <math>\lambda_1</math></b> | <b>p-Wert</b> |
| Frühling | 78.2 %          | 14.9 %          | 93.1 %                   | 3.64   | < 0.0001      |
| Sommer   | 54.0 %          | 29.0 %          | 83.0 %                   | 0.81   | < 0.0001      |
| Herbst   | 43.1 %          | 26.8 %          | 69.9 %                   | 0.51   | < 0.0001      |
| Winter   | 51.2 %          | 25.2 %          | 76.4 %                   | 0.34   | < 0.0001      |

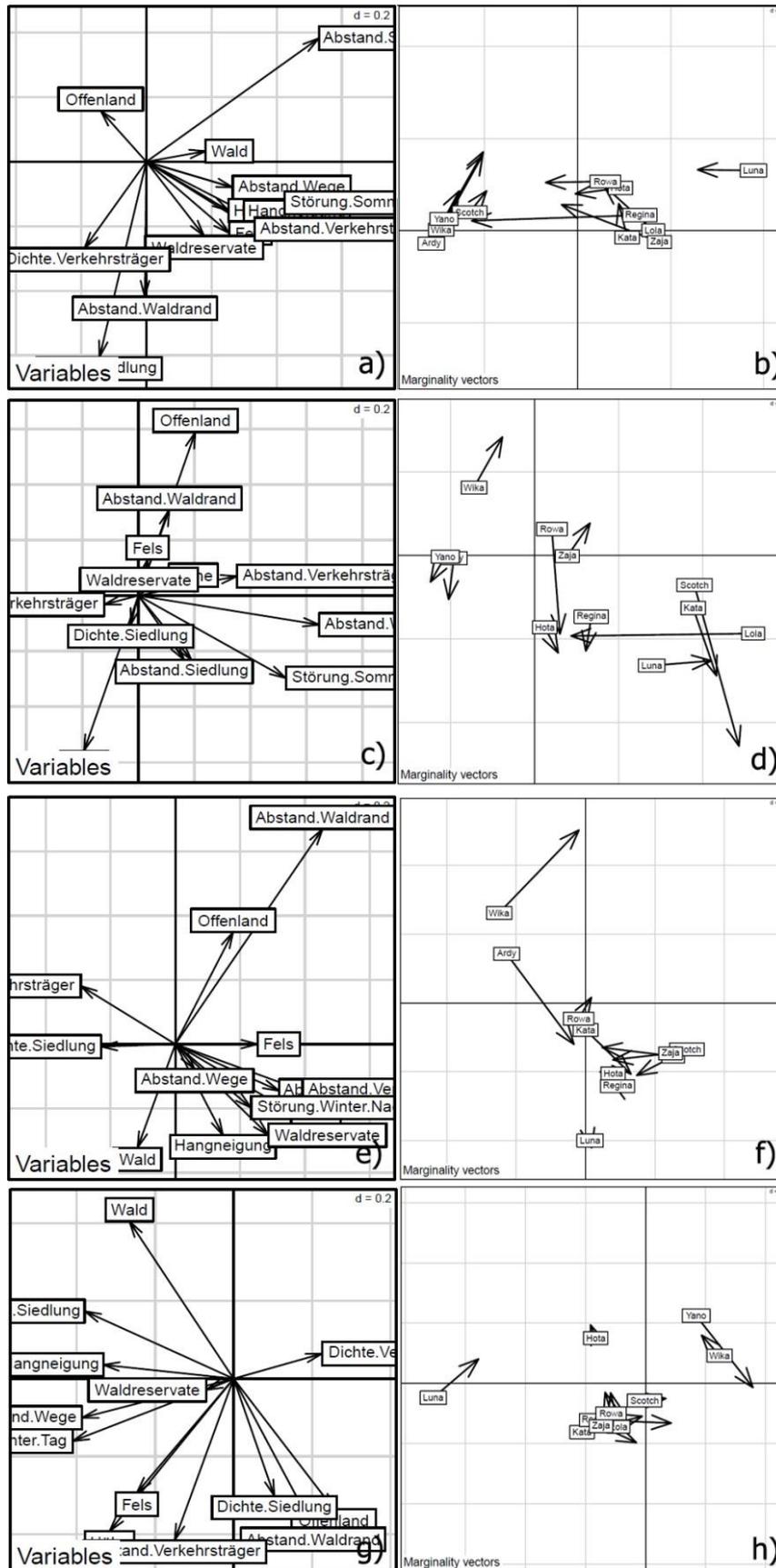


Abb. 5.6. Resultate der K-Select-Analyse für die Habitatwahl der Rothirsche während den verschiedenen Jahreszeiten in der Nacht. Dargestellt sind jeweils die Ladung der Habitatvariablen und die Projektionen der Marginalitätsvektoren: Frühjahr (a, b), Sommer (c, d), Herbst (e, f) und Winter (g, h).

Tabelle 5.5 listet den Einfluss der verschiedenen Standortfaktoren auf die Habitatwahl der Rothirsche während der Nacht in Abhängigkeit der Jahreszeit auf. Bezugnehmend auf die beiden Hauptfaktoren Wald und Offenland, welche für die Habitatwahl am Tag massgebend sind, ist festzustellen, dass eine generelle Bevorzugung des Waldes bei gleichzeitiger Meidung des Offenlandes während der Nacht eigentlich fast ausschliesslich noch für den Sommer zu erkennen ist. Im Frühling und vor allem im Winter kann indes bei mehreren Individuen das Gegenteil beobachtet werden, dass der Wald nämlich gemieden und das Offenland präferiert wird. Von den Mittelland-Rothirschen zeigt Wika im Sommer und Herbst eine Meidung des Waldes und Bevorzugung waldferner Offenland-Gebiete. Yano verhält sich im Winter so, nicht aber im Sommer. Schliesslich selektiert Ardy im Frühling zwar ebenfalls das Offenland, er nutzt dann aber trotzdem bevorzugt die waldrandnahen Gebiete.

Bei den Rothirschen in den Voralpen fällt auf, dass sie im Winter und Frühjahr vermehrt tiefer gelegene und flachere Bereiche aufsuchen. Die Habitatwahl der Mittelland-Rothirsche ist nachts demgegenüber vor allem durch die Siedlungsdichte und den Abstand zu Siedlungen geprägt, wobei Ardy und Wika sich eigentlich ganzjährig von grösseren Siedlungen fernhalten. Yano zeigt indes nur gerade im Frühjahr eine leichte Tendenz zur Meidung grösserer Siedlungen, während er im Winter und im Sommer die Nähe zu diesen sucht. Die Voralpen-Rothirsche selektieren im Frühling vermehrt Standorte in der Nähe zu Siedlungen aber auch zu Verkehrsträgern und Wegen. Ähnliches, wenn auch weniger ausgeprägt, ist ebenfalls im Winter zu erkennen. Im Mittelland werden Gebiete mit hohen Verkehrsdichten von Wika zwischen Frühling und Herbst gemieden und von Ardy im Frühling. Die Distanz zu Wegen ist für die Mittelland-Rothirsche hingegen zu keiner Jahreszeit ein bestimmender Faktor.

Letztlich ist zu erwähnen, dass die Unzugänglichkeit eines Standortes für die nächtliche Habitatwahl der Rothirsche im Mittelland nahezu irrelevant ist. In den Voralpen andererseits werden vor allem im Frühling teils aber auch zu anderen Jahreszeiten leicht zugängliche Bereiche vermehrt aufgesucht.

Tab. 5.5. Selektion der Habitatvariablen für jedes Individuum und jede Variable (Mittelwert<sub>genutztes Habitat</sub> - Mittelwert<sub>verfügbares Habitat</sub>) während der Nacht für die verschiedenen Jahreszeiten (grün: positive Werte, rot: negative Werte) basierend auf der K-Select-Analyse.

|                 |               | Höhe  | Hangneigung | Wald  | Offenland | Fels  | Waldreserve | Abstand.Waldrand | Abstand.Siedlung | Dichte.Siedlung | Abstand.Verkehrsträger | Dichte.Verkehrsträger | Abstand.Wege | Unzugängl.Nacht |
|-----------------|---------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|-------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|--------------|-----------------|
| <b>Frühling</b> | Ardy          | -0.01 | -0.02       | -0.02 | 0.27      | 0.07  | -0.04       | -0.22            | 0.73             | -0.87           | 0.04                   | -0.27                 | 0.06         | 0.01            |
|                 | Wika          | -0.01 | -0.07       | 0.03  | 0.17      | 0.00  | -0.03       | -0.25            | 0.58             | -0.58           | 0.06                   | -0.37                 | 0.03         | 0.00            |
|                 | Yano          | 0.02  | 0.11        | 0.09  | 0.08      | -0.02 | 0.02        | -0.21            | 0.19             | -0.26           | 0.00                   | 0.05                  | -0.03        | 0.00            |
|                 | Hota          | -0.60 | -0.07       | -0.04 | 0.05      | -0.07 | 0.00        | -0.01            | -0.35            | 0.00            | -0.01                  | 0.25                  | 0.00         | -0.10           |
|                 | Kata          | -0.07 | -0.05       | -0.01 | 0.05      | -0.13 | -0.24       | -0.31            | -0.14            | -0.17           | -0.10                  | -0.28                 | -0.04        | 0.16            |
|                 | Lola          | -0.36 | -0.21       | 0.15  | -0.12     | -0.38 | -0.22       | -0.31            | -0.02            | -0.05           | -0.41                  | 0.02                  | -0.14        | -0.26           |
|                 | Luna          | 0.25  | -0.19       | -0.09 | 0.08      | -0.08 | 0.00        | 0.19             | -0.26            | -0.01           | -0.21                  | -0.04                 | -0.20        | -0.72           |
|                 | Regina        | -0.53 | -0.66       | -0.57 | 0.57      | -0.17 | -0.23       | 0.27             | -0.85            | 0.15            | -0.50                  | 0.45                  | -0.56        | -0.80           |
|                 | Rowa          | -0.16 | -0.25       | -0.23 | 0.22      | -0.14 | 0.00        | 0.07             | -0.40            | 0.01            | -0.18                  | 0.08                  | -0.19        | -0.19           |
|                 | Scotch        | -0.04 | -0.28       | -0.20 | 0.33      | 0.00  | 0.00        | 0.15             | 0.28             | -0.24           | 0.13                   | -0.04                 | 0.42         | 0.03            |
|                 | Zaja          | -0.17 | -0.31       | -0.19 | 0.18      | -0.45 | -0.42       | -0.29            | -0.45            | -0.03           | -0.43                  | 0.10                  | -0.31        | -0.45           |
| <b>Sommer</b>   | Ardy          | -0.01 | -0.01       | 0.35  | -0.25     | 0.00  | -0.20       | -0.29            | 0.34             | -0.26           | 0.03                   | 0.05                  | 0.03         | 0.01            |
|                 | Wika          | 0.00  | -0.01       | -0.26 | 0.45      | 0.00  | 0.01        | 0.51             | 0.09             | -0.46           | 0.10                   | -0.31                 | 0.07         | 0.01            |
|                 | Yano          | 0.03  | 0.24        | 0.23  | -0.11     | 0.00  | -0.03       | -0.14            | -0.37            | 0.87            | 0.00                   | 0.39                  | -0.01        | 0.00            |
|                 | Hota          | 0.02  | 0.02        | 0.16  | -0.16     | -0.05 | 0.00        | -0.04            | 0.24             | -0.02           | 0.04                   | 0.09                  | 0.21         | 0.08            |
|                 | Kata          | 0.10  | 0.13        | 0.40  | -0.40     | -0.57 | 0.00        | -0.15            | 0.24             | 0.00            | 0.12                   | -0.12                 | 0.09         | 0.53            |
|                 | Lola          | -0.21 | -0.46       | 0.46  | -0.46     | -0.16 | 0.00        | -0.21            | -0.30            | -0.03           | -0.80                  | 0.19                  | -1.37        | -1.15           |
|                 | Luna          | 0.09  | -0.09       | -0.17 | 0.17      | 0.01  | 0.00        | 0.07             | 0.21             | 0.00            | 0.12                   | -0.02                 | 0.68         | 0.25            |
|                 | Regina        | 0.05  | 0.02        | 0.25  | -0.23     | 0.06  | 0.00        | -0.08            | 0.52             | 0.00            | -0.08                  | 0.00                  | -0.03        | -0.02           |
|                 | Rowa          | -0.11 | 0.40        | 0.74  | -0.75     | -0.06 | 0.00        | -0.32            | 0.30             | -0.01           | -0.11                  | -0.14                 | 0.26         | 0.32            |
|                 | Scotch        | -0.22 | 0.41        | 0.97  | -0.97     | 0.00  | 0.00        | -0.32            | 0.14             | 0.03            | -0.42                  | 0.09                  | 0.20         | 1.72            |
|                 | Zaja          | 0.43  | -0.09       | -0.19 | 0.26      | -0.24 | 0.00        | 0.08             | -0.08            | -0.26           | 0.14                   | -0.49                 | 0.18         | -0.12           |
| <b>Herbst</b>   | Ardy          | 0.52  | 0.57        | 0.39  | -0.20     | 0.00  | 1.27        | -0.40            | 0.56             | -0.76           | 0.11                   | -0.67                 | -0.03        | 0.06            |
|                 | Wika          | 0.02  | -0.05       | -0.35 | 0.56      | -0.01 | -0.06       | 1.47             | 0.35             | -0.56           | 0.09                   | -0.26                 | 0.07         | 0.01            |
|                 | Hota          | -0.39 | -0.02       | 0.07  | -0.06     | -0.08 | 0.00        | -0.02            | -0.16            | -0.02           | 0.11                   | 0.00                  | 0.17         | -0.01           |
|                 | Kata          | 0.38  | 0.33        | 0.14  | -0.11     | -0.08 | -0.02       | -0.12            | 0.26             | -0.22           | 0.40                   | -0.60                 | 0.25         | 0.46            |
|                 | Lola          | -0.43 | -0.10       | 0.12  | -0.10     | -0.51 | -0.32       | -0.35            | -0.30            | -0.03           | -0.62                  | 0.10                  | -0.09        | -0.32           |
|                 | Luna          | 0.17  | -0.06       | 0.13  | -0.13     | -0.03 | 0.00        | 0.01             | 0.05             | -0.01           | -0.01                  | -0.05                 | 0.04         | -0.08           |
|                 | Regina        | -0.02 | -0.09       | 0.05  | -0.04     | -0.01 | 0.00        | 0.00             | 0.25             | 0.00            | -0.11                  | 0.00                  | -0.32        | -0.25           |
|                 | Rowa          | 0.22  | -0.22       | -0.32 | 0.34      | -0.03 | -0.01       | 0.09             | -0.34            | -0.15           | 0.03                   | -0.34                 | -0.08        | -0.10           |
|                 | Scotch        | -0.19 | 0.09        | 0.30  | -0.29     | -0.59 | -0.47       | -0.50            | -0.12            | -0.06           | -0.29                  | -0.08                 | 0.03         | 0.17            |
|                 | Zaja          | -0.27 | -0.12       | 0.25  | -0.24     | -0.52 | -0.44       | -0.36            | -0.33            | -0.04           | -0.33                  | -0.07                 | 0.24         | -0.15           |
|                 | <b>Winter</b> | Ardy  |             |       |           |       |             |                  |                  |                 |                        |                       |              |                 |
| Wika            |               | -0.01 | 0.02        | 0.19  | -0.04     | -0.03 | -0.14       | -0.23            | 0.30             | -0.41           | 0.05                   | -0.02                 | 0.09         | 0.01            |
| Yano            |               | 0.00  | -0.04       | -0.89 | 0.97      | 0.04  | -0.03       | 0.60             | -0.88            | 0.31            | 0.03                   | 0.01                  | 0.07         | 0.00            |
| Hota            |               | -0.25 | 0.16        | 0.17  | -0.16     | 0.06  | 0.00        | 0.00             | 0.00             | -0.01           | -0.03                  | 0.17                  | 0.15         | 0.00            |
| Kata            |               | -0.55 | -0.43       | -0.26 | 0.27      | -0.24 | 0.00        | 0.10             | -0.18            | -0.05           | -0.30                  | 0.16                  | -0.48        | -0.34           |
| Lola            |               | -0.16 | 0.08        | 0.14  | -0.09     | -0.20 | 0.00        | -0.27            | 0.30             | -0.22           | -0.32                  | -0.14                 | -0.02        | -0.04           |
| Luna            |               | -0.37 | 0.09        | 0.32  | -0.30     | -0.43 | 0.00        | -0.11            | -0.66            | 0.09            | -0.23                  | 0.64                  | -0.28        | -0.47           |
| Regina          |               | -0.17 | -0.48       | -0.34 | 0.34      | -0.33 | -0.35       | 0.30             | -0.41            | 0.07            | -0.19                  | 0.16                  | -0.48        | -0.68           |
| Rowa            |               | -0.14 | -0.03       | 0.24  | -0.24     | -0.07 | 0.00        | -0.10            | -0.01            | -0.03           | -0.16                  | -0.07                 | 0.07         | 0.02            |
| Scotch          |               | -0.25 | -0.13       | -0.20 | 0.26      | -0.06 | 0.00        | -0.01            | -0.05            | -0.08           | -0.12                  | -0.05                 | -0.11        | -0.09           |
| Zaja            | -0.11         | -0.28 | -0.27       | 0.27  | -0.20     | 0.00  | 0.23        | -0.17            | 0.13             | 0.16            | 0.09                   | -0.13                 | -0.24        |                 |

## **Tageseinstandswahl im Sommer/Herbst: Wika**

Wie die obige Habitatanalyse gezeigt hat, bevorzugt Wika im Verlauf des Sommers und des Herbstes als Tageseinstand zunehmend das Offenland, während der Wald vermehrt gemieden wird. Die Detailanalyse der Positionen, sowie die Erfassung der Vegetation an diesen Standorten zeigen, dass Wika dazu hochwüchsige landwirtschaftliche Kulturfelder nutzt. Dies sind Raps-, Mais- und Sonnenblumenfelder (Abb. 5.7).

Wie aus der Abb. 5.8 zu entnehmen ist, verbringt Wika den Tag noch im Mai jeweils gänzlich im Wald. Im Verlaufe des Junis beginnt Wika jedoch zunehmend auch in den nun heranwachsenden Rapskulturen den Tag zu verbringen. Im Jahr 2013 ist dies das erste Mal am 5. Juni der Fall gewesen, im Jahr 2014 am 12. Juni. Gemittelt über die beiden Jahre hält sie sich im Juni während rund 1/6 aller Tage im Raps auf, den Rest verbringt sie dann noch im Wald. Ab dem Juli nutzt Wika verstärkt die jetzt aufkommenden Maiskulturen in der Region als Tageseinstand, vereinzelt steht sie dann auch in Sonnenblumenfeldern ein. Die Nutzung des Rapses endet mit dessen Ernte etwa Mitte Monat. Gesamthaft werden die landwirtschaftlichen Kulturen nun zu etwas mehr als 60 % als Tageseinstand genutzt, der Wald nicht einmal mehr zu 40 %. In den Folgemonaten bis und mit Oktober sinkt der Anteil an Wald-Tageseinständen weiter auf 5-10%. Jetzt stellen die Maisflächen die wichtigsten Tageseinstände von Wika dar. Sie verbringt teilweise über 90% ihrer Tage in diesen Kulturen. Erst im November, wenn die letzten Maisflächen schliesslich geerntet werden, steigt der Anteil des Waldes als Tageseinstand wiederum markant an. Im Jahr 2013 hat Wika am 3. November das letzte Mal einen Tag im Mais verbracht. Für 2014 kann dieser Termin nicht eruiert werden, da Wika ihr GPS-Halsband in der Nacht vom 11. auf den 12. Oktober desselben Jahres verloren hat.

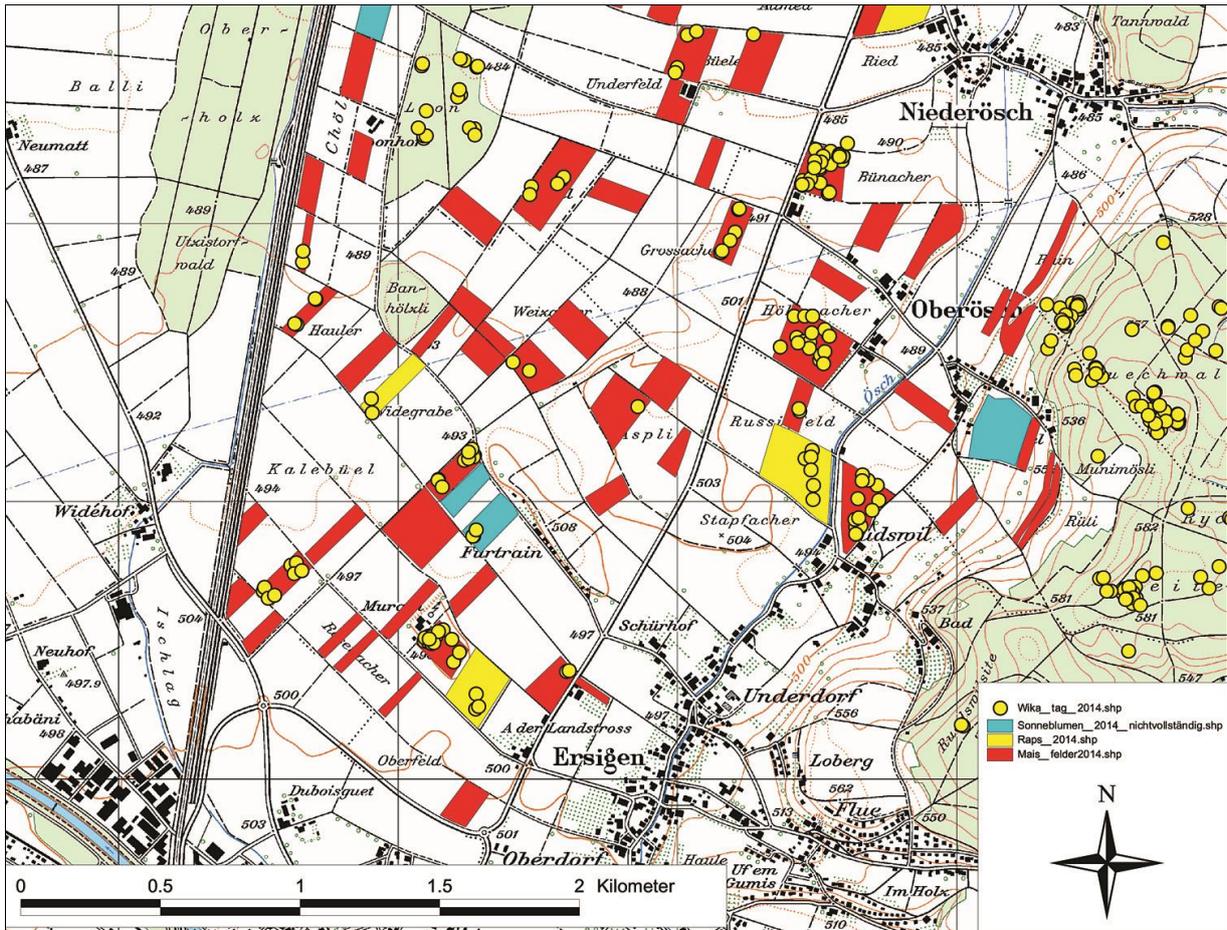


Abb. 5.7. Kartenausschnitt der Aufenthaltsorte von Wika (gelbe Punkte) im Sommer 2014 im Raum Ersigen, Oberörsch und Niederörsch. Farblich hervorgehoben sind die landwirtschaftlichen Kulturfleichen für Raps (gelb), Mais (rot) und Sonnenblumen (blau). (Geodaten: LK25 © swisstopo)

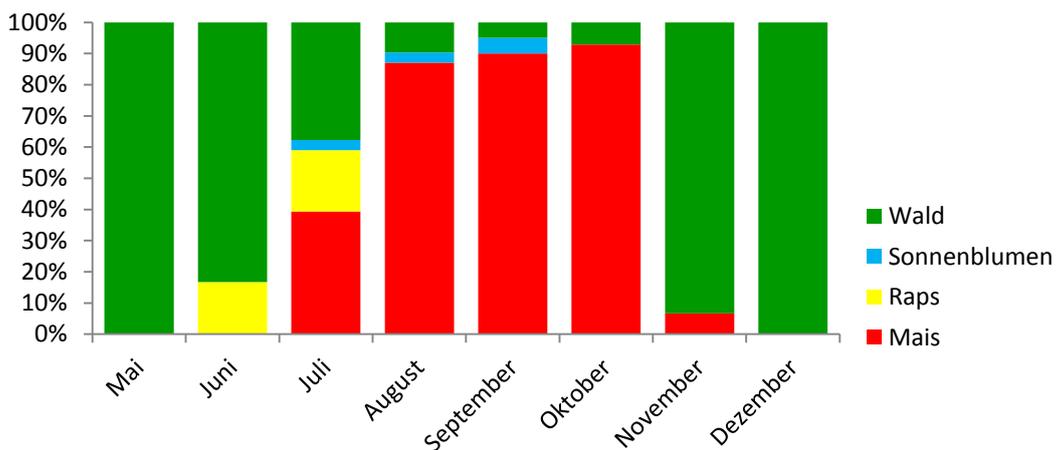


Abb. 5.8. Zeitlicher Verlauf von Wikas Tageseinstandswahl im Wald und in den hochwüchsigen landwirtschaftlichen Kulturfleichen (Raps, Mais und Sonnenblumen) in den Monaten Mai bis Dezember für die Jahre 2013 und 2014 (Bemerkung: für 2014 liegen nur Daten bis zum 11. Oktober vor).

## Vernetzung von Rothirschlebensräumen

Grossräumige Ortsverschiebungen von mindestens 5 km Länge liegen für die Mittelland-Rothirsche nur für Ardy (n = 21) und Wika (n = 30) vor, nicht aber für Yano (siehe Kapitel 4).

Die Charakterisierung der Habitateigenschaften entlang der ersten beiden Achsen ist in Abb. 5.9.a dargestellt. Was die Selektion in Bezug auf die erste Hauptachse anbelangt, so verhalten sich Ardy und Wika durchaus ähnlich, nicht aber in Bezug auf die zweite (Abb. 5.9.b. Zusammen erklären die beiden ersten Hauptachsen 100% der Varianz. Mit 94.8% trägt die erste aber wesentlich mehr bei als die zweite Achse mit 5.2 %. Der Randomisationstest zeigt, dass die Wahl der genutzten Habitate während den grossräumigen Verschiebungen nicht zufällig erfolgt (erster Eigenwert  $\lambda_1 = 2.17$ ;  $p < 0.0001$ ).

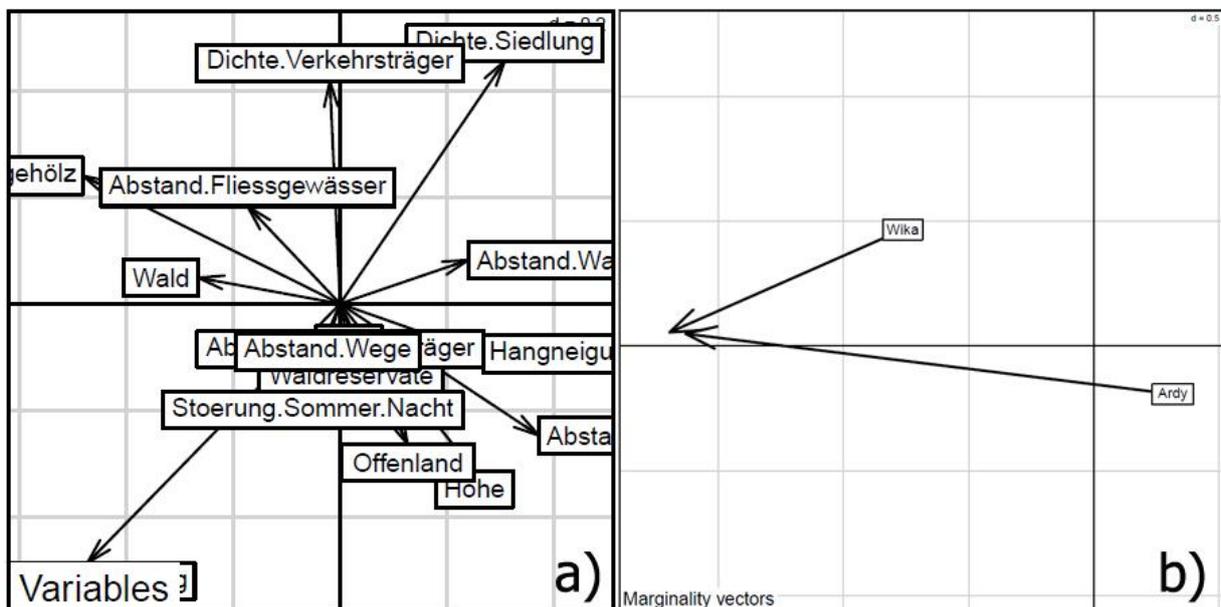


Abb. 5.9. Resultate der K-Select-Analyse für die Habitatwahl der Rothirsche Ardy und Wika während ihren grossräumigen, nächtlichen Ortsverschiebungen: a) Ladung der Habitatvariablen entlang der ersten zwei Achsen, b) Projektion der Marginalitätsvektoren aller Individuen entlang der beiden Hauptachsen.

Tabelle 5.6 fasst den Einfluss der einzelnen Standortfaktoren basierend auf der K-Select-Analyse für die grossräumigen Ortsverschiebungen der Rothirsche Ardy und Wika zusammen. Diese zeigt, dass die beiden Rothirsche sich entlang der tiefergelegenen Ebenen verschieben. Sie bewegen sich dabei bevorzugt tief im Innern des Waldes, wobei Ardy das Offenland meidet. Beide halten sich zudem von Feldgehölzen fern und Ardy zusätzlich von Fliessgewässern. Die Verschiebungen verlaufen fernab von Siedlungen und dichtbesiedelten Gebieten. Einzelne Verkehrsträger und Wege haben indes keinen nennenswerten Einfluss. Während Ardys Routenwahl öfters durch Regionen mit einer hohen Verkehrsträgerdichte führt, weicht Wika diesen tendenziell eher aus. Wika bewegt sich zudem leicht bevorzugt durch Bereiche, welche eine erschwerte Zugänglichkeit aufweisen. Schliesslich werden die inventarisierten Wildtierkorridore (vergleiche auch Abb. 5.10) sowohl von Ardy wie auch von Wika für ihre Verschiebungen bevorzugt genutzt.

Tab. 5.6. Selektion der Habitatvariablen für Ardy und Wika und jede Variable ( $\text{Mittelwert}_{\text{genutztes Habitat}} - \text{Mittelwert}_{\text{verfügbares Habitat}}$ ) basierend auf der K-Select-Analyse ihrer grossräumigen Ortsverschiebungen (grün: positive Werte, rot: negative Werte).

|                          | Ardy  | Wika  |
|--------------------------|-------|-------|
| Höhe                     | -0.56 | -0.10 |
| Hangneigung              | -0.54 | -0.21 |
| Wald                     | 0.53  | 0.23  |
| Offenland                | -0.31 | -0.01 |
| Fels                     | -0.04 | 0.00  |
| Waldreservate            | -0.06 | 0.02  |
| Abstand.Waldrand         | -0.45 | -0.26 |
| Abstand.Feldgehölz       | 0.99  | 0.35  |
| Abstand.Fliessgewässer   | 0.38  | 0.09  |
| Abstand.Siedlung         | 0.80  | 0.64  |
| Dichte.Siedlung          | -0.49 | -0.47 |
| Abstand.Verkehrsträger   | -0.01 | 0.02  |
| Dichte.Verkehrsträger    | 0.14  | -0.15 |
| Abstand.Wege             | 0.03  | 0.04  |
| Unzugängl.Som.Nacht      | 0.06  | 0.12  |
| Abstand.Wildtierkorridor | -0.78 | -0.24 |

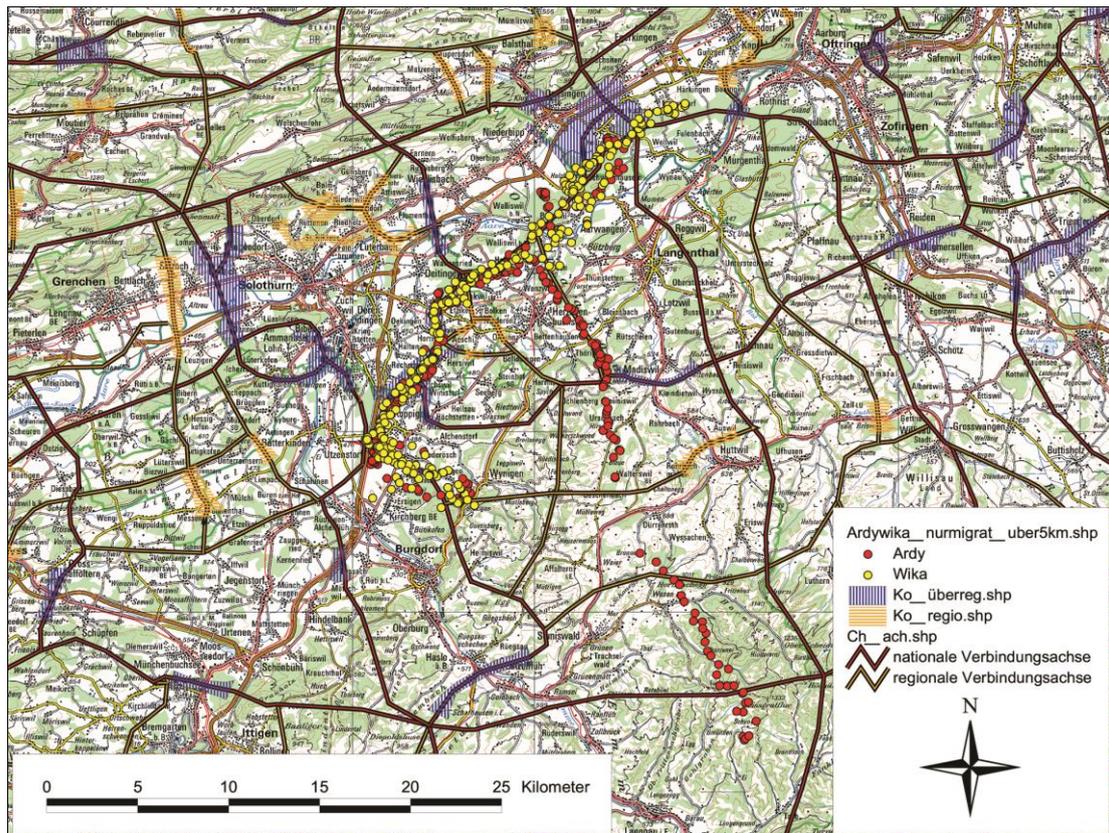


Abb. 5.10. Kartographische Darstellung der Aufenthaltsorte von Ardy (rote Punkte) und Wika (gelbe Punkte) während ihrer grossräumigen Ortsverschiebungen. Dargestellt sind sowohl die Wildtierkorridore (blau: überregional, orange: regional) und die Verbindungsachsen für Wildtiere (rot: national, orange: regional). (Geodaten: LK100, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungsachsen © BAFU)

## Diskussion

Ungeachtet der regionalen Zugehörigkeit, d.h. ob Mittelland oder Voralpen, haben die Analysen gezeigt, dass die Habitatwahl der Rothirsche sowohl in Abhängigkeit der Jahreszeit als auch zwischen Tag und Nacht stark variiert. Diese Feststellung verdeutlicht die Tatsache, dass die Ansprüche der Rothirsche an ihren Lebensraum sowohl tageszeitlich als auch saisonal ändern. Die beiden prägenden Faktoren, welche wesentlich zu diesem Bild beitragen sind für den Rothirsch Sicherheit und Nahrungsverfügbarkeit (Godvik *et al.* 2009). Diverse Studien verweisen darauf, dass Rothirsche in von Menschen genutzten Gebieten tagsüber in erster Linie Zuflucht vor menschlichen Störungen suchen und ihre Nahrungsaufnahme zusehends in die Nachtstunden verlegen, während dies in ungestörten Bereichen anders ist (Georgii 1981; Haller 2002). Vor diesem Hintergrund sind ebenfalls die beobachteten Erkenntnisse der vorliegenden Analysen zu betrachten.

Mit Bezug auf die generellen Muster in der Habitatwahl der untersuchten Rothirsche zeigt sich, dass die Rothirsche in den Voralpen ihren Lebensraum grundsätzlich nach einheitlicheren Kriterien selektieren als dies für die Rothirsche im Mittelland der Fall war. Bei den Mittelland-Rothirschen verläuft die Habitatwahl sehr viel heterogener und individueller. Von den im Mittelland besenderten Rothirschen entspricht Yano in Bezug auf seine Habitatwahl am ehesten noch den Voralpen-Rothirschen. Ardy und Wika zeigen dagegen teils völlig gegenläufige Muster. Dies gilt insbesondere für die Habitatwahl am Tag. Während den Nachtstunden erfolgt die Habitatwahl im Allgemeinen nach weniger einheitlichen Kriterien. Dies führt ebenfalls in den Voralpen dazu, dass es grosse individuelle Unterschiede gibt.

Für die Einstandwahl während des Tages kann zusammenfassend gefolgert werden, dass von den Rothirschen im Mittelland Wald gegenüber Offenland grundsätzlich bevorzugt wird. Dies ist ebenfalls in vielen anderen Populationen der Fall, wo Wald und Offenland den Lebensraum der Rothirsche prägen (Godvik *et al.* 2009; Zweifel-Schielly *et al.* 2009). Die Feststellung, wonach die Tageseinstandwahl im Sommer individuell ebenfalls landwirtschaftliche Kulturlächen ausserhalb des Waldes umfassen kann, wird demgegenüber offenbar nur selten gemacht (Szemethy *et al.* 2003). Für die Schweiz zumindest sind uns keine weiteren Fälle bekannt, wo Rothirsche nachweislich über mehrere Monate in landwirtschaftlichen Kulturen verbracht hätten. Die Möglichkeit, dass Rothirsche vom Sommer bis in den Spätherbst tagsüber in landwirtschaftlichen Kulturen eintreten können, fernab vom Wald, ist insbesondere für die Wiederbesiedlung des Schweizerischen Mittellandes von grosser Bedeutung. Denn damit wird nicht bloss die gängige Sicht auf den Rothirsch als stark an den Wald gebundene Art relativiert, sondern es stellt sich plötzlich die Frage, ob für den Rothirsch geeignete Lebensräume im Mittelland nicht flächiger vorhanden sind, als das bisher angenommen worden ist. Hinsichtlich einer fortschreitenden Ausbreitung der Rothirsche in dicht-besiedeltes, landwirtschaftlich intensiv genutztes Kulturland muss diesem Aspekt aus Management-Sicht auf jeden Fall erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Hinsichtlich des Einflusses menschlicher Einrichtungen und Störungen spielt interessanterweise der Abstand zu Verkehrsträgern, begehbaren Wegen und Siedlungen im Mittelland nur eine untergeordnete Rolle. Und anders als ihre Artgenossen in den Voralpen hat ebenso die Zugänglichkeit für den Menschen kaum einen nennenswerten

Einfluss auf ihre Einstandswahl. Dies ist überraschend zumal Rothirsche in anderen Regionen – die Voralpen eingeschlossen – menschliche Einrichtungen in der Regel meiden (diese Studie; (Patthey 2003; Jiang *et al.* 2007; Meisinger *et al.* 2013). Insgesamt scheinen Rothirsche im Mittelland ihre Tageseinstände also nicht nach weiträumiger Ungestörtheit auszuwählen, wie dies vielleicht hätte vermutet werden können angesichts der starken Zersiedelung und der intensiven menschlichen Nutzung, sondern sie suchen kleinräumig Standorte aus, die ihnen offenbar einen hohen Sichtschutz bieten. Dies ungeachtet dessen, ob sie sich nah an von Menschen genutzten Einrichtungen befinden. Die übergeordnete Bedeutung des kleinräumigen Sichtschutzes konnte indes in einer separaten Studie beispielhaft dargelegt werden (Hummel *et al.* 2014). Gemäss dieser weisen im Mittelland Tageseinstände im Wald ohne Ausnahme immer eine Sichtweite von weniger als 10 m auf.

Während den Nachtstunden rückt die Bedeutung des Waldes für die Rothirsche generell in den Hintergrund und Offenland wird stärker genutzt. Dies steht in Einklang zu anderen Studien (Godvik *et al.* 2009; Allen *et al.* 2014). Bei den Mittelland-Rothirschen fällt dann auf, dass insbesondere Wika und Ardy Siedlungen eher meiden. Grundsätzlich spielen menschliche Einrichtungen, v.a. Verkehrsträger und Wege und auch die allgemeine Zugänglichkeit aber keine grosse Rolle.

Hinsichtlich des Erhalts oder der Aufwertung von Wildtierkorridoren ist für den Rothirsch von zentraler Bedeutung, dass diese Zonen frei und möglichst weit entfernt von Siedlungen sind. Idealerweise liegen sie im Wald. Inwiefern Feldgehölze wie Hecken, Baumalleen oder Einzelbäume den Rothirschen als Leitstrukturen dienen können, ist basierend auf der vorliegenden Untersuchung fraglich.

Insgesamt zeigt die Studie auf, dass sich Rothirsche an die bestehenden Lebensbedingungen im dicht-besiedelten und zugleich stark genutzten Mittelland erfolgreich anpassen und dort bestehen können. Sie schaffen dies auf unterschiedlichste Weise. Entsprechend heterogen präsentieren sich die beobachteten Muster in der individuellen Habitatwahl der Rothirsche im Mittelland. Schliesslich besonders spannend ist, dass menschliche Einrichtungen und potenziell leicht zugängliche und damit störungsanfälligeren Orte nicht zwingend gemieden werden. Zudem nutzen einzelne Rothirsche zumindest während des Sommerhalbjahres auch Einstände ausserhalb des Waldes. Diese Erkenntnis dürfte weitreichende Konsequenzen bei der Beurteilung der geeigneten Lebensräume für Rothirsche haben.

Abschliessend gilt zu sagen, dass die Auswertung für den Mittelland-Bereich auf nur gerade drei Individuen beruht. Trotz kleiner Stichprobengrösse brachten die Analysen aber bereits relevante und neuwertige Erkenntnisse zu Tage, die von unmittelbarer Bedeutung sind für unser ökologisches Verständnis der Rothirsche im schweizerischen Mittelland sowie für deren Management. Allerdings ist offen, wie repräsentativ die erarbeiteten Erkenntnisse für die Gesamtheit der Rothirsche nur schon im Berner und Solothurner Mittelland sind. Wahrscheinlich ist, dass der Einbezug zusätzlicher Individuen in die Studie, die Vielfalt der beobachteten Habitatwahl-Muster noch weiter erhöhen würde. So gesehen, ermöglicht uns die derzeitige Studie zwar einen erkenntnisreichen Einblick in die Ökologie der Rothirsche im Mittelland. Für eine grundlegende und solide Gesamtbeurteilung ist die Datengrundlage jedoch zu gering. Hierzu wäre eine Ausweitung der Stichprobengrösse zwingend erforderlich. Mit dem Ziel eine gute Basis zur Beurteilung der Rothirsch-Situation im Mittelland zu schaffen, muss daher die GPS-Besonderung weiterer Individuen im Mittelland in Betracht gezogen werden.

## 6 EINFLUSS DER JAGD



Abb. 6.1. Flüchtiges Kahlwild im Bereich der Wildtierbrücke Neu-Ischlag bei Utzenstorf (BE) (Fotofallen-Aufnahme vom 7. November 2013). Die Hirschkuh links im Bild ist Wika. Ihr weisses GPS-Halsband ist hinter dem Geäst knapp zu erkennen. Die Rothirsche verschoben sich während des Tages von der Ostseite der Autobahn A1 über die Wildtierbrücke auf deren Westseite. Auslöser für die Bewegungen scheint ein Hundeführer mit zwei Jagdhunden gewesen zu sein.

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Teil des Berichts wird der Einfluss der Rehjagd basierend auf bestehenden Rehabschussdaten und den Lokalisationsdaten verschiedener GPS-besonderter Rothirsche im Kanton Bern (Mittelland und Voralpen) evaluiert. Die Untersuchung zeigt auf, dass die Rehjagd unter bestimmten Umständen einen erheblichen Einfluss auf die Bewegungen der Rothirsche haben kann. Wurden nämlich Rehe in der Umgebung von Rothirschen geschossen, so kam es während der darauffolgenden Nacht zu einer grossräumigen Verlegung der Tageseinstände der betroffenen Rothirsche. Die festgestellten Ortsverschiebungen variierten je nach Individuum stark, im Mittel lagen sie bei rund 2.5 km. Zum Vergleich, nach Tagen, an denen im Herbst keine Rehjagd stattfand, oder nach Jagdtagen, an denen keine Rehe im Bereich der Rothirsche erlegt wurden, beliefen sich die durchschnittlichen Verschiebungsdistanzen von einem Tag auf den nächsten auf lediglich 700 m. Eine ähnliche Tendenz konnte übrigens ebenfalls für die Bewegungen während des Tages, d.h. zwischen Morgen- und Nachmittagseinstand, beobachtet werden. Die zurückgelegten Distanzen waren hier jedoch insgesamt deutlich kleiner. So verschoben sich die Rothirsche an Nicht-Rehjagd-Tagen zwischen Morgen und Nachmittag demnach um rund 140 m, an Jagdtagen, an denen kein Reh in der Nähe der Rothirsche erlegt wurde, um etwa 160 m. Kam es in der Nähe eines Rothirsches jedoch zum Abschuss eines Rehs, so erfolgte eine Verschiebung um durchschnittlich 240 m.

Von besonderer Bedeutung zur Beurteilung der Auswirkungen der Rehjagd auf die Bewegungen der Rothirsche ist das Fallbeispiel von Wika. Dieses zeigt eindrücklich, dass der Abschuss eines Rehs sogar zum Verlassen des saisonalen Einstandes und somit zum grossräumigen Abwandern führen kann. Die Rehjagd kann somit dazu beitragen, dass Rothirsche verfrüht aus ihren Sommereinständen in die Wintereinstände wechseln. Offen ist, was die Rothirsche genau dazu veranlasst, ihre Einstände zu verlassen. Ob es der allgemeine Jagdbetrieb (beispielsweise mit Hunden und Treibern) ist, oder der eigentliche Knall des Gewehrschusses, ist nicht schlüssig zu beurteilen.

Die Tatsache, dass die Rehjagd die Bewegungen der Rothirsche teils grossräumig beeinflusst, deutet darauf hin, dass lokale Rothirsch-Bestände unter Umständen sehr stark von der Bejagung anderer Wildtierarten abhängen können. Zielgerichtetes Management von Rothirschen erfordert daher gegebenenfalls auch Anpassungen der jagdlichen Regulierung anderer Wildtierarten. Von besonderer Bedeutung ist dies dort, wo der ungestörte Verbleib der Rothirsche in ihren Sommereinständen im Vordergrund steht, oder wo Rothirsche in Ausbreitung begriffen sind – wie zum Beispiel dem Schweizer Mittelland.

## Einleitung

Rothirsche legen eine grosse Anpassungsfähigkeit im Umgang mit anthropogenen Einflüssen an den Tag. Wo grossräumig ungestörte Rückzugsgebiete existieren, nutzt der Rothirsch diese bevorzugt. Im Mittelland, wo solche fehlen, zeigen Rothirsche ein geändertes Verhalten, indem sie Einstände nicht nach ihrer weiträumigen Abgeschlossenheit auswählen, sondern indem sie kleinräumige Dickungen oder gar Kulturlächen nutzen, welche einen guten Sichtschutz bieten (Hummel *et al.* 2014). Abstände zu Wegen und Strassen, wie auch die allgemeine Zugänglichkeit treten dann in den Hintergrund (siehe Kapitel 5). Interessant ist die Erkenntnis, wonach die Rothirsche der Voralpen-Region besonders im Herbst allesamt Tageseinstände bevorzugen, welche fernab von Wegen liegen und eine erschwerte Zugänglichkeit aufweisen. Erfahrungen aus der Praxis und der Wissenschaft weisen darauf hin, dass die Jagd hier eine Rolle spielen kann. Das Aufsuchen schwer zugänglicher Bereiche könnte im vorliegenden Fall also durchaus eine Folge der Jagd in diesen Regionen sein (Jeppesen 1987; Haller 2002; Sunde *et al.* 2009; Jarnemo & Wikenros 2014; Reimoser *et al.* 2014).

Zumal die Rothirsch-Jagd ein direktes Mortalitätsrisiko für die einzelnen Individuen mit sich bringt, ist leicht nachvollziehbar, dass die Rothirsche während dieser Zeit dem Jagdbetrieb ausweichen (Sunde *et al.* 2009; Jarnemo & Wikenros 2014). Wie sieht es jedoch aus, wenn der Rothirsch selbst nicht die Ziel-Art ist? Welche Reaktionen zeigen Rothirsche in solchen Situationen? Von besonderer Bedeutung ist dieser Sachverhalt in Regionen, wo der Rothirsch in Ausbreitung begriffen ist, aber nicht oder kaum bejagt wird – wie dem Schweizer-Mittelland. Denkbar ist, dass Rothirsche selbst in Gegenden, in denen die Rothirsch-Jagd untersagt ist, nur schwer Fuss fassen könnten, weil der allgemeine Jagddruck eine schnelle Ansiedlung verhindert.

Ursprünglich sollte der Frage, inwieweit die laute Jagd mit Hunden das Raumnutzungsverhalten der Rothirsche im Mittelland beeinflusst, experimentell nachgegangen werden. Aus verschiedenen Gründen war dies jedoch nicht möglich. Der Sachverhalt wird deshalb nun, soweit machbar, mit bestehenden Daten zur ordentlichen Reh-Jagd untersucht. Konkret analysiert werden die Verschiebungen zwischen und innerhalb der Tageseinstände GPS-besonderter Rothirsche des Mittellandes und der Voralpen. Verglichen werden Situationen, in denen im Umkreis der jeweiligen Tageseinstände der Rothirsche eines oder mehrere Rehe erlegt worden sind, mit solchen, wo keine Rehe erlegt worden sind bzw. mit Tagen an denen die Rehjagd untersagt ist. Zu bemerken gilt ferner, dass die Jagdmethoden (wie Ansitzjagd, Treibjagd, laute Jagd mit Hunden), welche zu den jeweiligen Abschüssen der Rehe geführt haben, nicht unterschieden werden, da entsprechende Informationen fehlen.

## Methode

### GPS-Lokalisationen

Als Datengrundlage werden die vorhandenen GPS-Lokalisationen derjenigen Rothirsche verwendet, welche sich zum Zeitpunkt der Rehjagd im Kanton Bern aufgehalten haben. Dies deshalb, weil nur aus diesem Kanton nutzbare Daten zu erlegten Rehen (inkl. Erlegungsdatum und Abschussort) vorliegen, die für einen Vergleich notwendig sind. Neben den beiden Mittelland-Rothirschen Ardy und Wika trifft dies ebenfalls auf die drei Voralpen-Rothirsche Lola, Regina und Rowa zu (Willisch *et al.* 2012; Boldt & Willisch 2014).

Analog zu den Analysen in Kapitel 4 zur Raumnutzung werden für die Analysen die Verschiebungsdistanzen zwischen aufeinanderfolgenden Tageseinständen berücksichtigt, als auch die Verschiebungsdistanzen zwischen den Morgen- und Nachmittagseinständen.

### Daten zu den Rehabschüssen

Die Daten zu den Rehabschüssen stammen vom Kanton Bern (Jahre 2010 bis 2013). Im Grundsatz werden für jeden Abschuss durch den Jäger das Abschussdatum und der Abschussort vermerkt. Letztere Information setzt sich zusammen aus Angaben zur Gemeinde und zum Flurnamen, wo das Reh erlegt worden ist. Diese Angaben sind jedoch nicht eindeutig, so dass bestenfalls nur die grobe Region für einen Abschussort rekonstruiert werden kann. In zahlreichen Fällen ist es gar überhaupt nicht möglich, einen Abschussort auf Niveau der Flurnamen einzugrenzen, da die angegebenen Ortsbezeichnungen nicht mit solchen im Geokatalog in Übereinstimmung gebracht werden können.

Im Kanton Bern findet die Rehjagd zwischen dem 1. Oktober und dem 15. November jeden Jahres an den Wochentagen Montag, Mittwoch und Samstag statt. An den übrigen Tagen der Woche (Dienstag, Donnerstag, Freitag und Sonntag) ist die Rehjagd untersagt. Die berücksichtigten Daten lassen sich aufgrund dessen auf die Kategorien „Rehjagd-Tag“ und „nicht Rehjagd-Tag“ einteilen. Als „Rehjagd-Tage mit Rehabschüssen“ gelten zudem solche, bei denen ein registrierter Abschuss im Umkreis von 1 km vom jeweiligen Aufenthaltsort der besenderten Rothirsche stattgefunden hat. Befindet sich ein Abschussort weiter weg, so wird der entsprechende Datenpunkt als „Rehjagd-Tag ohne Abschuss“ klassifiziert.

### Statistische Analysen

Zur Abklärung inwiefern, der Abschuss von Rehen bzw. die Rehjagd als solche einen Einfluss auf das räumliche Verhalten der Rothirsche hat, sind die Ortsverschiebungen der Rothirsche an Tagen, an denen Rehe in der Umgebung der Rothirsche erlegt worden sind, verglichen worden mit den Ortsverschiebungen an Tagen, wo keine Rehe in der Umgebung erlegt worden sind bzw. mit den Ortsverschiebungen an Tagen, an denen die Rehjagd generell untersagt war. Betrachtet worden ist der Zeitraum der Rehjagd zwischen dem 1. Oktober und dem 15. November.

Aus methodischen Gründen sind jeweils nur Ortsverschiebungen der Rothirsche innerhalb ihrer saisonalen Streifgebiete berücksichtigt worden. Dies deshalb, weil Rothirsche im Verlauf des Herbstes und zu Beginn des Winters (teils unabhängig von der Jagd) von den Sommer- in die Wintereinstandsgebiete wechseln. Weil diese saisonalen Wanderungen sehr häufig über sehr weite Strecken erfolgen, sind sie mit den Verschiebungen innerhalb von Sommer- und Wintereinständen nicht vergleichbar.

Die statistischen Analysen erfolgen mit der Software R (Version 3.1), wobei Mixed-Effects-Modelle (Pinheiro & Bates 2000) gerechnet werden, bei denen das Individuum als Zufallsvariable in die Berechnungen einfließt.

## Resultate

### Abstände zwischen Tageslagern

In der Tabelle 6.1 sind für die Rothirsche Ardy, Wika, Lola, Regina und Rowa die Ortsverschiebungen während der Rehjagd im Kanton Bern an aufeinanderfolgenden Tagen zusammenfassend aufgelistet. Es ist ersichtlich, dass nur bei Ardy, Lola und Rowa Rehe im näheren Umkreis ihres Einstandes erlegt worden sind. Die durchschnittliche Verschiebung der Tageseinstände im Anschluss an Rehjagd-Tage mit Abschüssen beträgt etwa 2'500 m. Werden keine Rehe in der Umgebung der Rothirsche erlegt oder findet keine Rehjagd statt, so verschieben die Rothirsche ihre Tageseinstandsgebiete um lediglich durchschnittlich etwa 675 bis 725 m (Abb. 6.2). Verglichen mit Nicht-Rehjagd-Tagen weisen die Rothirsche nach Rehabschüssen in ihrer Nähe signifikant grössere Ortsverschiebungen von einem Tag auf den nächsten auf (Effekt =  $1'752 \pm 310$ ,  $df = 247$ ,  $t$ -Wert = 5.64,  $p > 0.0001$ ). Zwischen Rehjagd-Tagen ohne Abschüsse und Nicht-Rehjagd-Tagen kann indes kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (Effekt =  $-32 \pm 103$ ,  $df = 247$ ,  $t$ -Wert = -0.32,  $p = 0.75$ ).

Tabelle 6.1 : Mittlere Distanzen (in m, MW  $\pm$  SD) zwischen aufeinanderfolgenden Tageseinständen in Abhängigkeit davon ob an Jagdtagen Rehe in der Umgebung der Rothirsche erlegt worden sind oder nicht, sowie für Tage an denen die Rehjagd generell untersagt war.

| ID           | N <sub>Reh-erlegt</sub> | Reh erlegt<br>MW $\pm$ SD | N <sub>kein-Reh-erlegt</sub> | Kein Reh erlegt<br>MW $\pm$ SD | N <sub>keine -Rehjagd</sub> | Nicht-Rehjagd<br>MW $\pm$ SD |
|--------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Ardy         | 1                       | 4'337                     | 8                            | 404 $\pm$ 429                  | 10                          | 203 $\pm$ 155                |
| Wika         |                         |                           | 18                           | 814 $\pm$ 730                  | 27                          | 1'235 $\pm$ 962              |
| Lola         | 2                       | 4'037 $\pm$ 1'575         | 9                            | 1'532 $\pm$ 1'880              | 15                          | 1'020 $\pm$ 1'085            |
| Regina       |                         |                           | 19                           | 437 $\pm$ 384                  | 27                          | 616 $\pm$ 570                |
| Rowa         | 4                       | 1'273 $\pm$ 1'056         | 48                           | 605 $\pm$ 639                  | 67                          | 567 $\pm$ 618                |
| Durchschnitt | 7                       | 2'501 $\pm$ 1'823         | 102                          | 677 $\pm$ 828                  | 146                         | 725 $\pm$ 778                |

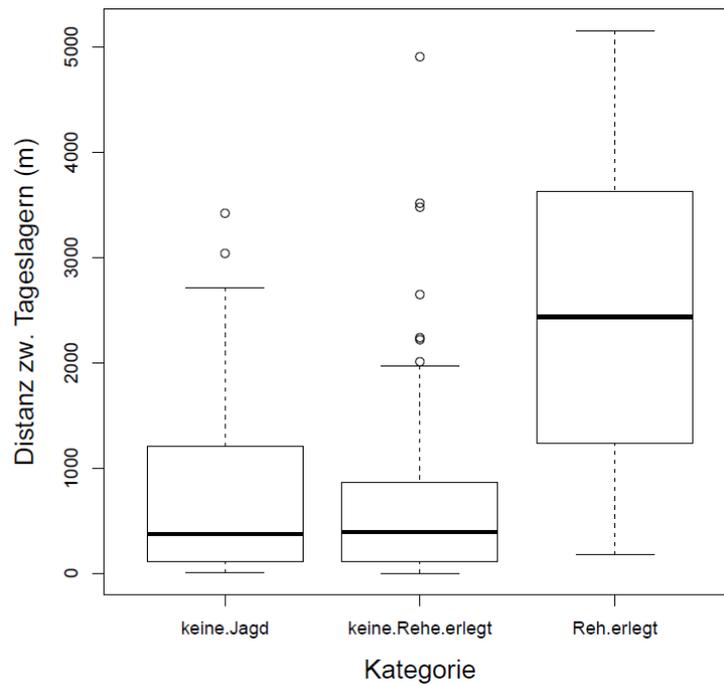


Abb. 6.2. Box-Plot-Diagramm für die Abstände zwischen aufeinanderfolgenden Tageseinständen in Abhängigkeit davon ob an Jagdtagen Rehe in der Umgebung der Rothirsche erlegt worden sind oder nicht, sowie für Tage an denen die Rehjagd generell untersagt war (alle Individuen gepoolt).

### Abstände zw. Morgen- und Nachmittagslagern

Die täglichen Verschiebungsdistanzen zwischen Einständen am Morgen und Einständen am Nachmittag sind für den Zeitraum der Rehjagd in der Tabelle 6.2 aufgelistet. Gemäss dieser Zusammenstellung belaufen sich die durchschnittlichen Abstände zwischen dem Aufenthaltsort der Rothirsche am Morgen und am Nachmittag um die 140 bis 250 m. Zwar scheinen die Rothirsche an Tagen, an denen Rehe in ihrer Umgebung erlegt worden sind, eine etwas grössere Distanz zwischen Morgen- und Nachmittageinständen aufzuweisen als an Nicht-Rehjagd-Tagen (243 vs. 137 m; Abb. 6.3), die Unterschiede sind jedoch knapp nicht signifikant (Effekt =  $106 \pm 60$ ,  $df = 248$ ,  $t$ -Wert = 1.76,  $p = 0.08$ ). Zwischen Rehjagd-Tagen ohne Abschüsse und Nicht-Rehjagd-Tagen besteht ebenfalls kein signifikanter Unterschied – die durchschnittlichen Verschiebungsdistanzen weichen hier nur unwesentlich voneinander ab (Effekt =  $20 \pm 20$ ,  $df = 248$ ,  $t$ -Wert = 1.02,  $p = 0.31$ ).

Tabelle 6.2 : Mittlere Distanzen (in m, MW  $\pm$  SD) zwischen Morgen- und Nachmittags-einständen in Abhängigkeit davon ob an Jagdtagen Rehe in der Umgebung der Rothirsche erlegt worden sind oder nicht, sowie für Tage an denen die Rehjagd generell untersagt war.

| ID           | N <sub>Reh-erlegt</sub> | Reh erlegt<br>MW $\pm$ SD | N <sub>kein-Reh-erlegt</sub> | Kein Reh erlegt<br>MW $\pm$ SD | N <sub>keine - Rehjagd</sub> | Nicht-Rehjagd<br>MW $\pm$ SD |
|--------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ardy         | 1                       | 306                       | 8                            | 145 $\pm$ 120                  | 10                           | 119 $\pm$ 73                 |
| Wika         |                         |                           | 18                           | 49 $\pm$ 33                    | 27                           | 103 $\pm$ 201                |
| Lola         | 2                       | 117 $\pm$ 34              | 9                            | 245 $\pm$ 319                  | 15                           | 94 $\pm$ 111                 |
| Regina       |                         |                           | 19                           | 191 $\pm$ 194                  | 27                           | 221 $\pm$ 132                |
| Rowa         | 4                       | 289 $\pm$ 141             | 48                           | 171 $\pm$ 184                  | 67                           | 129 $\pm$ 104                |
| Durchschnitt | 7                       | 243 $\pm$ 132             | 102                          | 158 $\pm$ 187                  | 146                          | 137 $\pm$ 136                |

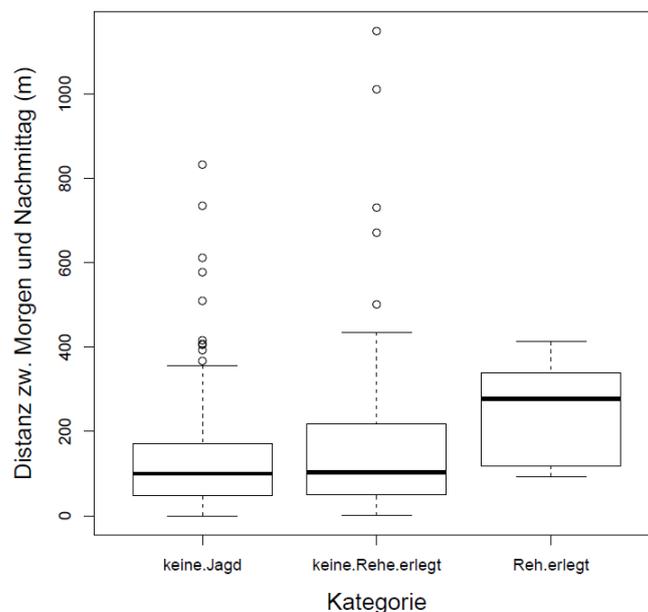


Abb. 6.3: Box-Plot-Diagramm für die Abstände zwischen Morgen- und Nachmittageinständen in Abhängigkeit davon ob an Jagdtagen Rehe in der Umgebung der Rothirsche erlegt worden sind oder nicht, sowie für Tage an denen die Rehjagd generell untersagt war (alle Individuen gepoolt).

## Rehabschuss bei Wika

Zu erwähnen ist, dass für die statistischen Analysen ein Ereignis weggelassen wurde, bei dem im Jahr 2013 ein Reh in unmittelbarer Nähe von Wika erlegt worden war. Das Weglassen dieses Datenpunktes erfolgte, weil Wika im Anschluss an diesen Abschuss ihr saisonales Einstandsgebiet gewechselt hat. Aus methodischen Gründen (siehe oben) wurden saisonale Einstandswechsel aber zum Vorherein aus der Analyse ausgeschlossen, weil solche Daten prinzipiell nicht mit Verschiebungen innerhalb von Sommer- und Wintereinstandsgebieten vergleichbar sind.

Der vorliegende Fall ist jedoch speziell von Bedeutung, da der Rehabschuss und die Ortsverschiebung von Wika in den darauffolgenden Stunden in einem offensichtlich kausalen Zusammenhang stehen. Er soll daher hiernach im Detail erläutert werden.

Zwischen 7:30 und 8:00 Uhr am Morgen des 11. Novembers 2013 suchte Wika im Waldstück Loon südlich von Koppigen ihr Tageslager auf (Abb. 6.4). Sie war hier in ihrem Tageseinstand. Um etwa 15:15 Uhr erfolgte im selben Wald ein Rehabschuss. Gemäss GPS-Positionen verlegte Wika zwischen 15:00 und 16:00 Uhr ihren Einstand als Reaktion auf den Abschuss um etwa 3.5 km Richtung Osten in den Wald zwischen Oberösch und Rumendingen. Dabei querte sie offenes Kulturland, eine Hauptstrasse und eine Nebenstrasse. Innerhalb des Waldes zog sie schliesslich weiter. Zunächst in nördliche Richtung (bis 18:30 Uhr). Dann traversierte sie wiederum eine Hauptstrasse und grosse offene Kulturlflächen in westliche Richtung bis an die Autobahn (19:30 Uhr). Von hier lief sie während der Nacht weiter Richtung Norden entlang ihrer eigentlichen Migrationsroute bis in den Bereich von Bannwil-Niederbipp im Lengwald, wo sie den nachfolgenden Tag verbrachte (Abb. 6.4). Zwischen Loon und ihrem anschliessenden Tageseinstand im Lengwald liegen 18.3 km Luftlinie. Die zurückgelegte Wegstrecke basierend auf den einzelnen Peilpunkten beläuft sich auf 27 km.

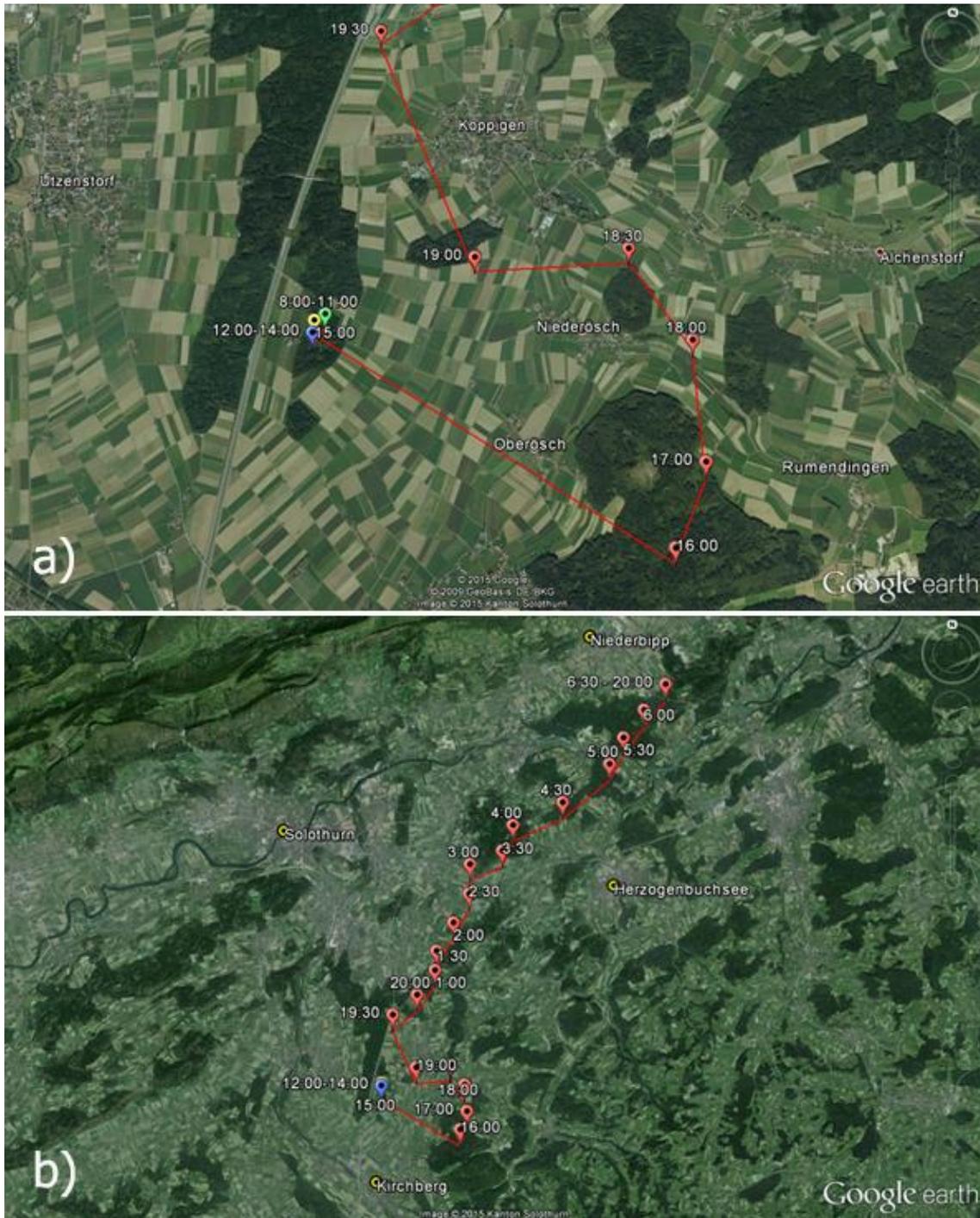


Abb. 6.4. Ortsverschiebungen von Wika vom 11. auf den 12. November 2013 infolge eines Rehabschusses in ihrer Nähe. In a) sind die Aufenthaltsorte in der Region Koppigen im Detail abgebildet, in b) ist die gesamte Verschiebung Wika's bis am darauffolgenden Morgen zu erkennen. Die Aufenthaltsorte vor dem Rehabschuss um 15:15 Uhr sind grün (8- 11 Uhr), blau (12-14 Uhr) und gelb (15 Uhr) dargestellt, diejenigen nach dem Abschuss rot.

## Diskussion

Schon länger ist bekannt, dass Rothirsche in den Alpen auf direkte Bejagung durch Ansitz und Pirsch räumlich reagieren, indem sie speziell zu dieser Jahreszeit sichere Einstände aufsuchen (Haller 2002; Reimoser *et al.* 2014). Studien aus Nordeuropa belegen zudem, dass Rothirsche durch Treibjagden öfters grossräumig und für längere Zeit aus ihren Einständen vertrieben werden (Sunde *et al.* 2009; Jarnemo & Wikenros 2014). Die vorliegende Untersuchung weist nun erstmals exemplarisch darauf hin, dass der Rothirsch sein Raumverhalten infolge der Jagd ebenfalls dann erheblich ändern kann, wenn er selber nicht die Zielart der entsprechenden Jagd ist. Die Erkenntnis, wonach Rothirsche ihre Einstände grossräumig wechseln, wenn in ihrer Umgebung Rehe gejagt bzw. erlegt werden, ist ebenfalls von direkter Relevanz für das räumlich-zeitliche Management der Rothirsche.

Bisher unklar ist, weshalb die Rothirsche genau ihre Einstände verlassen, wenn in der Umgebung Rehe gejagt und erlegt werden. Möglicherweise, trägt bereits die allgemeine Störung durch die Jagdausübung dazu bei, dass Rothirsche wegziehen oder gar flüchten. Denkbar ist zudem, dass der Knall, verursacht durch den Schuss mit einem Jagdgewehr, eine verstärkende Wirkung auf die Reaktion der Rothirsche hat. Andererseits zeigt gerade das Beispiel von Ardy, der mit einem Kaltgas-Narkosegewehr beschossen aber nicht getroffen worden ist, dass weitläufiges Abwandern durchaus auch ohne Knall-Ereignis erfolgen kann (Kapitel 4).

Welches die mittel- bis langfristigen Konsequenzen der Rehjagd in den Rothirsch-Einständen sind, ist aufgrund der derzeitigen Kenntnisse nicht in vollem Umfang abschätzbar. Tatsache ist jedoch, dass es aufgrund der Rehjagd zu grösseren Verschiebungen der Rothirsche kommen kann. Bedenkt man, dass sich Rothirsche teils auch in grösseren sozialen Gruppen aufhalten, so können einzelne Abwanderungsereignisse ohne weiteres mehrere Rothirsche gleichzeitig betreffen. Für das Raum-Zeit-Management von Rothirsch-Beständen können jagdlich bedingte Verschiebungen also schnell relevant werden. Nicht ohne Grund wird bereits bei der Rothirsch-Jagd selber der zeitlichen und räumlichen Steuerung eine grosse Bedeutung beigemessen (Baumann & Imesch 2010; Willisch *et al.* 2012; Reimoser *et al.* 2015). In Zonen, wo der ungestörte Verbleib der Rothirsche in ihren Sommereinständen bis zum Winterbeginn von Bedeutung ist (z.B. weil sie dort besonders hochwertige Nahrung auffinden, die für den Aufbau der winterlichen Energiereserven notwendig ist), muss daher gegebenenfalls auch über räumliche oder zeitliche Jagdeinschränkungen für andere Wildarten nachgedacht werden. Mit Blick auf die fortschreitende Erschliessung bisher ungenutzter Rothirsch-Lebensräume, stellt sich zudem die Frage, inwieweit Jagden auf andere Wildarten den Aufbau lokaler Rothirsch-Bestände letztlich beeinträchtigen können. Je nach dem ist vorstellbar, dass Bemühungen den Rothirsch in bisher nicht besiedelten Gebieten zu fördern, durch eine zeitlich oder räumlich übermässige Bejagung anderer Wildarten unterlaufen bzw. gemindert werden können.

## 7 FÖRDERUNG UND MANAGEMENT DER ROTHIRSCH IN DER REGION SOLOTHURN



Abb. 7.1. Zwei Rothirsch-Stiere auf dem Feld in der Nähe von Kestenholz (SO). Der Stier im Vordergrund ist Yano. Die Fotofallen-Aufnahme entstand an der künstlich angelegten Futterstelle am Abend des 12. Februar 2013, einen Tag vor Yano's Besenderung.

## Einleitung

Das Solothurner Mittelland beherbergt zusammen mit den benachbarten Regionen des Kantons Bern einen kleinen Bestand von schätzungsweise 15-20 Rothirschen. Die Tiere stammen aller Wahrscheinlichkeit nach von Rothirschen aus den südlich gelegenen Regionen des Emmentals und der Voralpen ab, mit denen sie immer noch in Verbindung stehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Rothirsche im Bereich des Mittellandes mittlerweile aber als Standwild etabliert haben. Generell kann festgehalten werden, dass die bisherigen Kenntnisse zu den Rothirschen im Mittelland grundsätzlich sehr vage sind. Mit der aktuellen Studie wurden nun erstmals wissenschaftliche Grundlagen zur Beurteilung der Rothirsch-Situation im Mittelland geschaffen.

Mit Blick auf künftiges Management dieser Tierart sollen die vorhandenen Erkenntnisse und Daten speziell für den Bereich des Solothurner Mittellandes weiter aufgearbeitet werden. Konkret geht es darum, die bestehenden Grundlagen und allfälligen Handlungsbedarf für das Management und die Förderung des Rothirsches im Kanton Solothurn aufzuzeigen. Der Schwerpunkt liegt allgemein auf der Vernetzung der Lebensräume innerhalb des Solothurner Mittellandes, wie auch mit den angrenzenden Voralpen- und Jurapopulationen.

Es werden folgende Themenpunkte abgeklärt:

- Wo liegen im Solothurner Mittelland wichtige Tageseinstände der Rothirsche, und wo liegen wichtige nächtliche Austrittsgebiete?
- Inwiefern beeinträchtigt die derzeitige Fragmentierung der Lebensräume durch Verkehrsträger die Mobilität der Rothirsche im Solothurner Mittelland?
- Inwieweit ist der Austausch mit benachbarten Populationen durch die derzeitige Lebensraum-Fragmentierung tangiert?
- Werden die inventarisierten Wildtierkorridore und Verbindungsachsen für Wildtiere durch die Rothirsche genutzt?
- Wo existieren wichtige Verbindungsrouten zur Voralpen-Population?
- Wo existieren wichtige Verbindungsrouten zur Jura-Population?

Basierend auf den erarbeiteten Erkenntnissen wird allfälliger Handlungsbedarf zur Optimierung der Rothirsch-Situation im Kanton Solothurn formuliert.

## Datenmaterial

Folgendes Datenmaterial wurde zur Durchführung der vorliegenden Untersuchung verwendet:

- Lokalisationsdaten und Auswertungen basierend auf den GPS-besenderten Rothirschen Ardy, Yano und Wika der Jahre 2010-2014.
- Zufallsnachweise von Rothirschen durch Projektmitarbeiter und von Dritten der Jahre 2010-2015.
- Geodaten des Bundes und des Kantons Solothurn zu Wildtierkorridoren (regional und überregional, Stand 2008 bzw. 2013) und den Vernetzungssachsen für Wildtiere (national und regional, Stand 2013).

- Detailinformationen zu den einzelnen Wildtierkorridoren aus verschiedenen Dokumentationen des Bundes, sowie der Kantone Solothurn, Bern und Aargau (Camenzind & Baumann 2007; Weber *et al.* 2008; Müri *et al.* 2010).

### Bestimmung wichtiger Tageseinstände und nächtlicher Austrittsgebiete

Zur Bestimmung der wichtigen Rothirschlebensräume werden die mittels BRBK-Methode berechneten Nutzungsverteilungen herangezogen, welche ebenfalls zur Bestimmung der Streifgebiete verwendet worden sind (siehe Kapitel 4). Weil die Lebensraumansprüche der Rothirsche tageszeitlich stark variieren, erfolgt die Evaluation für die tagsüber und nachts genutzten Lebensräume gesondert. Die GPS-Lokalisationen, welche verwendet werden, um die am Tag genutzten Einstände zu evaluieren, sind in Abb. 7.2 dargestellt, diejenigen, um die nachts genutzten Austrittsgebiete zu charakterisieren in Abb. 7.3.

Zu sagen gilt, dass davon ausgegangen werden kann, dass viele der genannten Tageseinstände und nächtlichen Austrittsgebiete der GPS-besenderten Rothirsche ebenfalls von weiteren Rothirschen genutzt wurden. Dies belegen sowohl Zufallsnachweise als auch die Überwachung ausgewählter Standorte mit Fotofallen. Aufgrund dieser Daten eine weitere Nutzungsverteilung zu erstellen, ist jedoch nicht möglich, da die entsprechenden Rothirsch-Nachweise insgesamt doch zu sporadisch erfolgten.

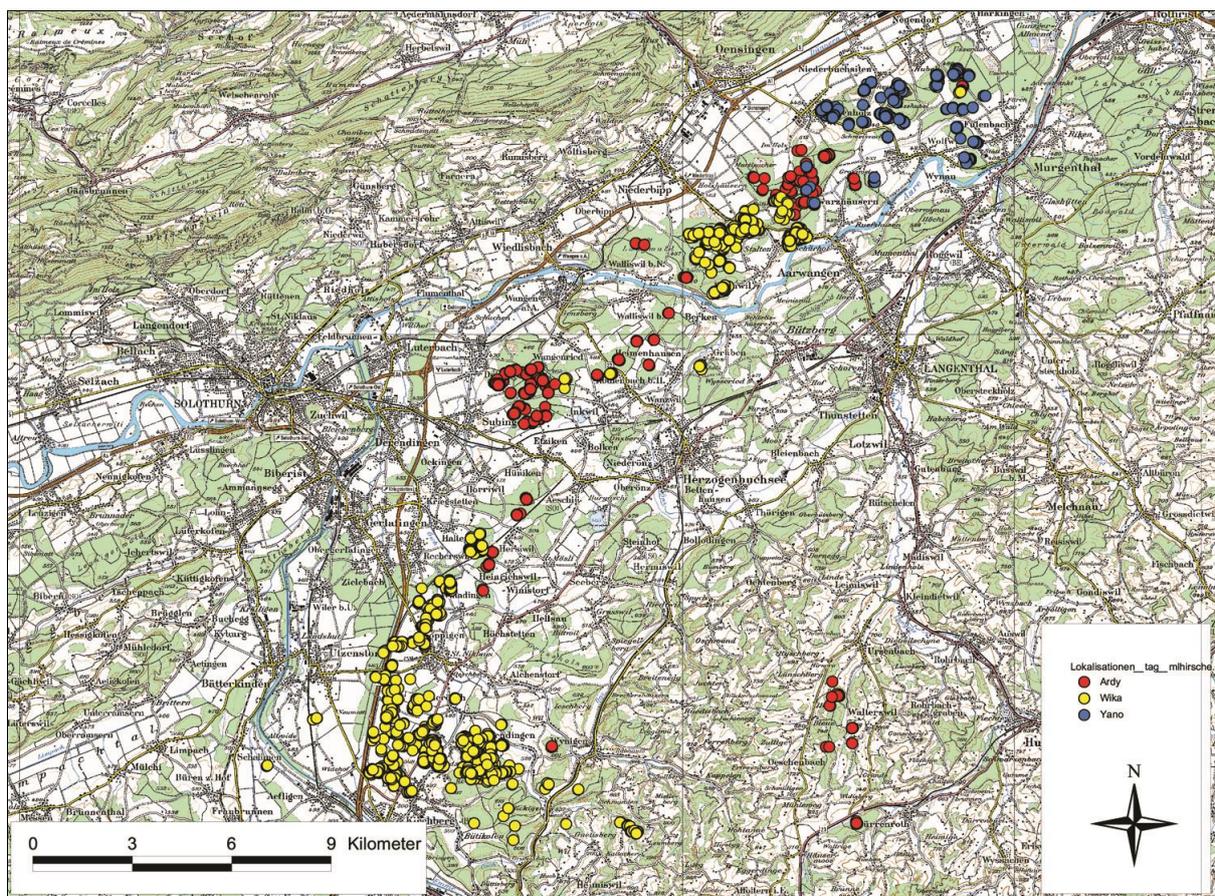


Abb. 7.2. Graphische Darstellung der GPS-Lokalisationen der Rothirsche Ardy, Wika und Yano während der Tagstunden. (Geodaten: LK100 © swisstopo)

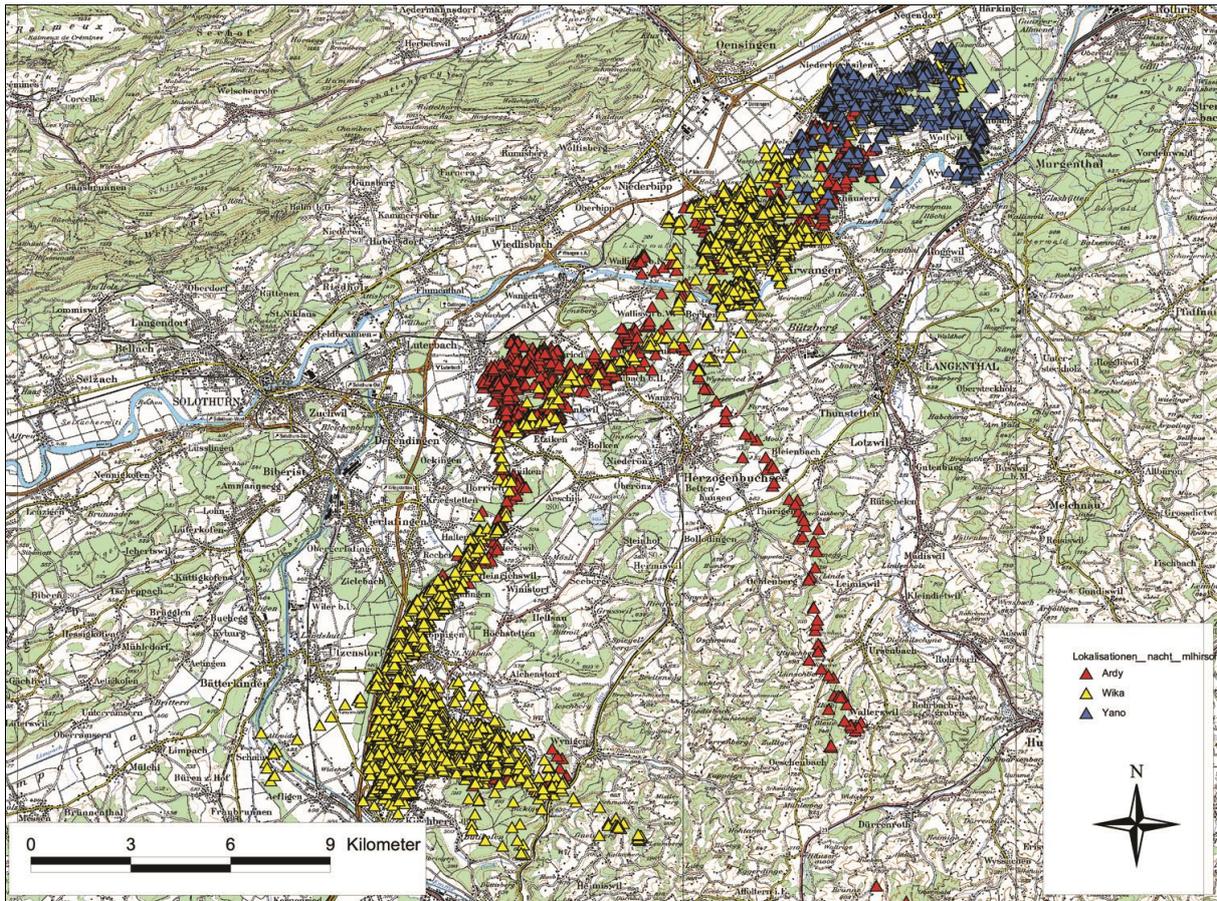


Abb. 7.3. Graphische Darstellung der GPS-Lokalisationen der Rothirsche Ardy, Wika und Yano während der Nachtstunden. (Geodaten: LK100 © swisstopo)



Der nord-östlichste Teil des Untersuchungsgebietes ist durch die besondern Rothirsche nur moderat genutzt worden. Bedeutende Tageseinstände finden sich zwischen Neuendorf-Härkingen und Wolfwil-Fulenbach vor allem für Yano im Bereich Eichban-Grodacherban beidseits der Verbindungsstrasse Neuendorf-Fulenbach. Zwischen Wolfwil und Fulenbach hat Yano schwerpunktmässig drei Einstände, welche er wiederholt als Tageseinstand nutzte. Zwei davon liegen im Hinterbänli nördlich der Verbindungsstrasse Wolfwil-Fulenbach, der dritte südlich davon im Bänli (Abb. 7.5).

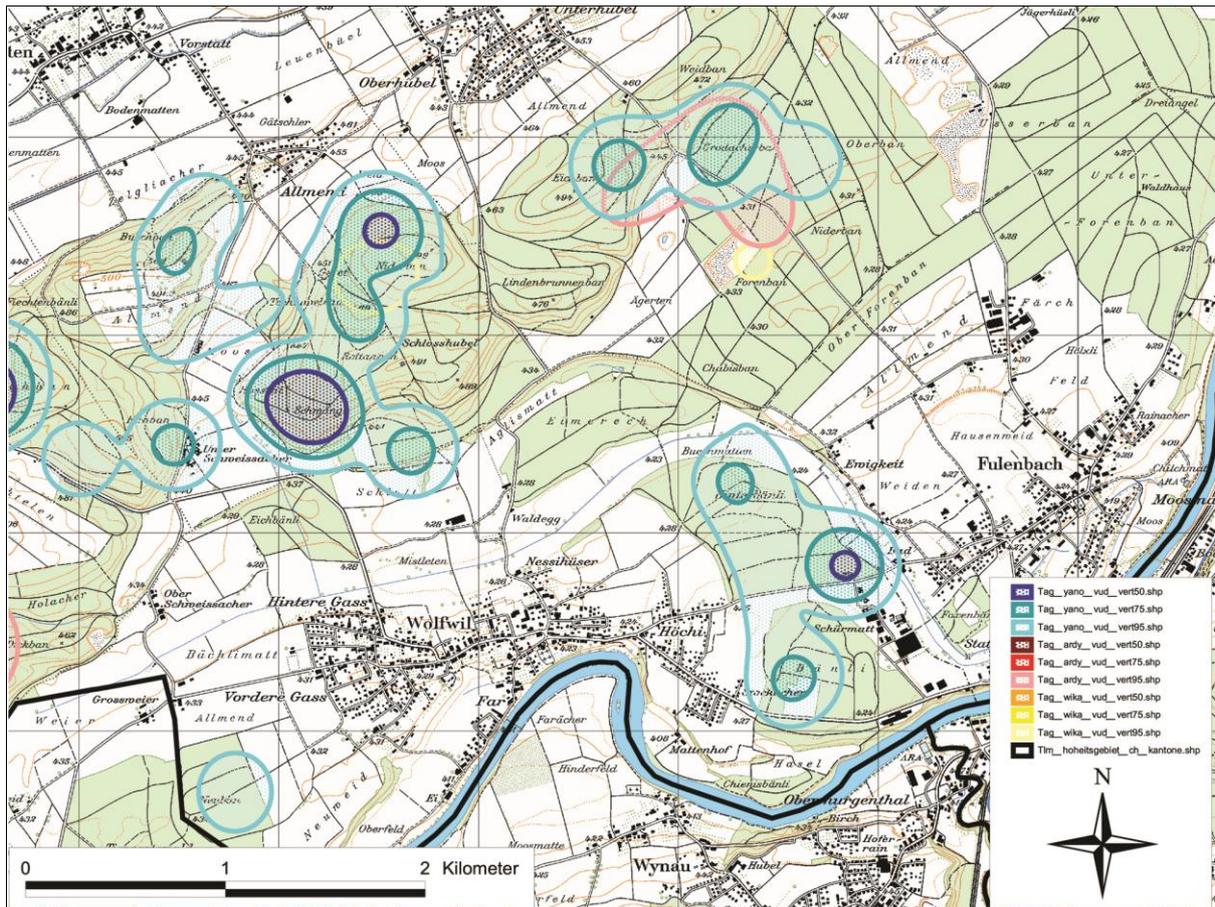


Abb. 7.5. BRBK-Streifgebiete der Rothirsche Ardy (rot), Wika (gelb) und Yano (blau) für den Raum Wolfwil-Fulenbach-Neuendorf basierend auf den GPS-Lokalisationen, welche während des Tages ermittelt worden sind. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo)

In der Region zwischen Kestenholz, Neuendorf und Wolfwil hat sich insbesondere Yano vermehrt aufgehalten. Sein Haupteinstand liegt hier im Chilchban oberhalb von Kestenholz. Dies ist eine ausgedehnte Waldverjüngungsfläche, entstanden als Folge des Orkans Lothars im Jahr 1999. Westlich der Strasse zwischen Niederbuchsiten und Wolfwil sind zudem lokal der Buechban und Eichban öfters als Tageseinstand genutzt worden. Östlich der Strasse liegt ein wichtiger Einstand im Bereich Schwängi. Aber auch im Tschuppelrain und im Niderban ist Yano wiederholt eingestanden. Südlich von Kestenholz hat vor allem Ardy diverse Bereiche des Waldes oft als Tageseinstand genutzt. Ein wichtiger Einstand liegt hier zwischen Geissweier, Dickban und Mösli. Daneben sind aber ebenfalls die Standorte bei Zimmermaslegi, Stierenban und Buechban von besonderer Bedeutung für Ardy gewesen (Abb. 7.6).

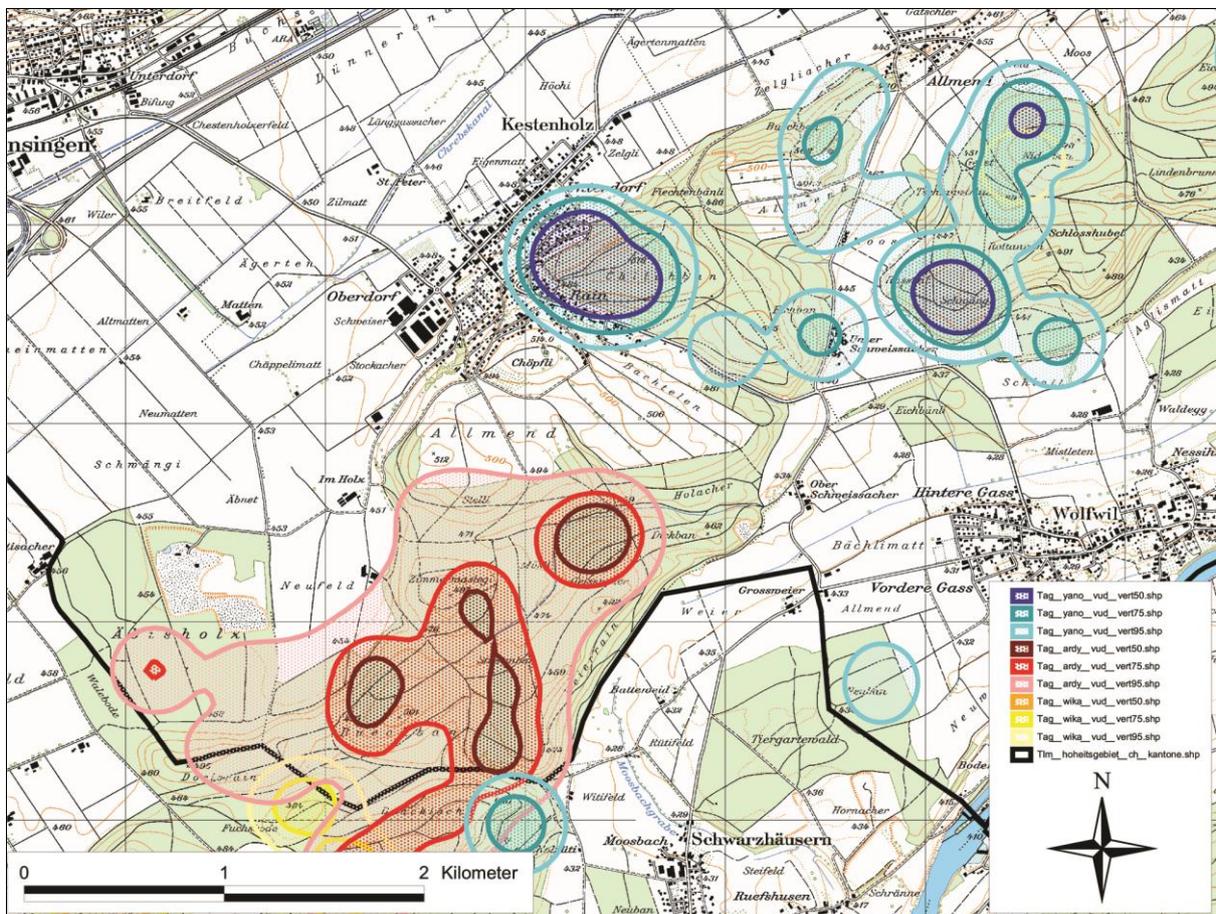


Abb. 7.6. BRBK-Streifgebiete der Rothirsche Ardy (rot), Wika (gelb) und Yano (blau) für den Raum Kestenholz-Wolfwil-Schwarzhäusern basierend auf den GPS-Lokalisationen, welche während des Tages ermittelt worden sind. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo)

Der Wald östlich von Deitingen und Subingen ist ebenfalls mehrheitlich von Ardy als Tageseinstand aufgesucht worden. Nördlich der Verbindungstrasse zwischen Deitingen und Inkwil hat er den Wald zwischen Tannrüteneu und der Chalberweid, das Baschi, bevorzugt als Tageseinstand genutzt. Zudem auch die Bereiche zwischen Pfaffenweier, Buechhubel und Ischlag. Südlich der obgenannten Strasse hat er seine Tageseinstände oftmals im Erdberi-Ischlag und im Unterwald nördlich des Fuchsachers gehabt (Abb. 7.7).

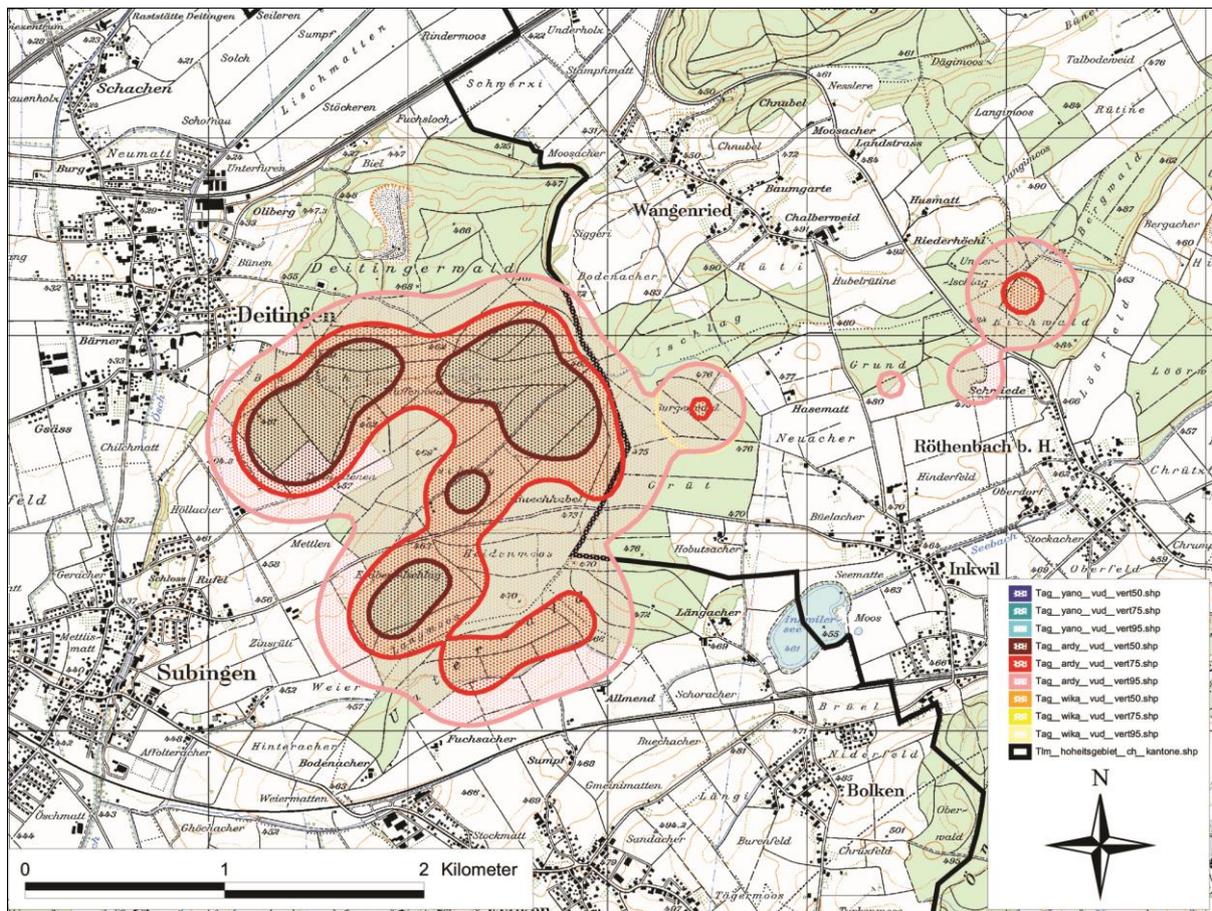


Abb. 7.7. BRBK-Streifgebiete der Rothirsche Ardy (rot) und Wika (gelb) für den Raum Deitingen-Subingen basierend auf den GPS-Lokalisationen, welche während des Tages ermittelt worden sind. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo)

Im südwestlichsten Teil des Untersuchungsperimeters sind nur kleine Bereiche von Bedeutung für die Rothirsche als Tageseinstand. Es ist dies insbesondere der Herrenwald nordseitig der Bahnlinie. Hier hat sich Wika wiederholt aufgehalten. Zudem war lokal auch der Herrenwald südlich der Bahnlinie für Ardy als Einstand relevant, wie auch ein weiterer Standort zwischen Buechwald und Eichwald (Abb. 7.8).

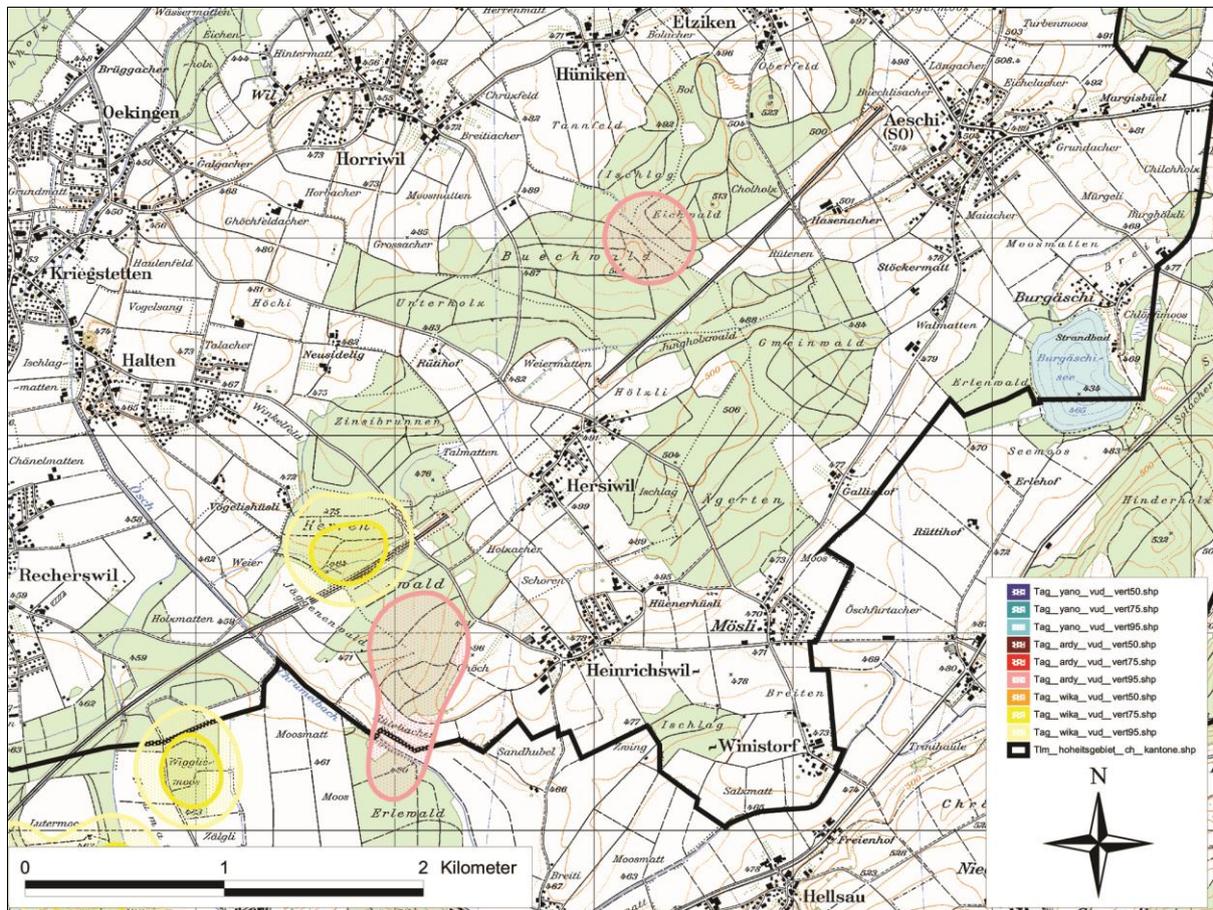


Abb. 7.8. BRBK-Streifgebiete der Rothirsche Ardy (rot) und Wika (gelb) für den Raum Recherswil-Heinrichswil-Etziken basierend auf den GPS-Lokalisationen, welche während des Tages ermittelt worden sind. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo)

## Nachtaustritte

Analog zur Situation am Tag (siehe oben) zeichnen sich ebenfalls für die Nacht dieselben drei Grossregionen ab, die von den Rothirschen im Mittelland besonders genutzt werden. Von Norden nach Süden der Lengwald zwischen Walliswil, Bannwil, Fülenbach und Härkingen (Yano, Ardy, Wika), die Region zwischen Deitingen, Subingen und Wangenried (Ardy), sowie die Region um Kirchberg, Rumendingen, Koppigen und Halten (Wika, Ardy). Im Gegensatz zum Tag treten während der Nacht aber ebenfalls die verbindenden Korridore zwischen den genannten Regionen deutlich in Erscheinung, so dass die Region um Deitingen, Subingen und Wangenried nicht mehr komplett isoliert dasteht (Abb. 7.9).

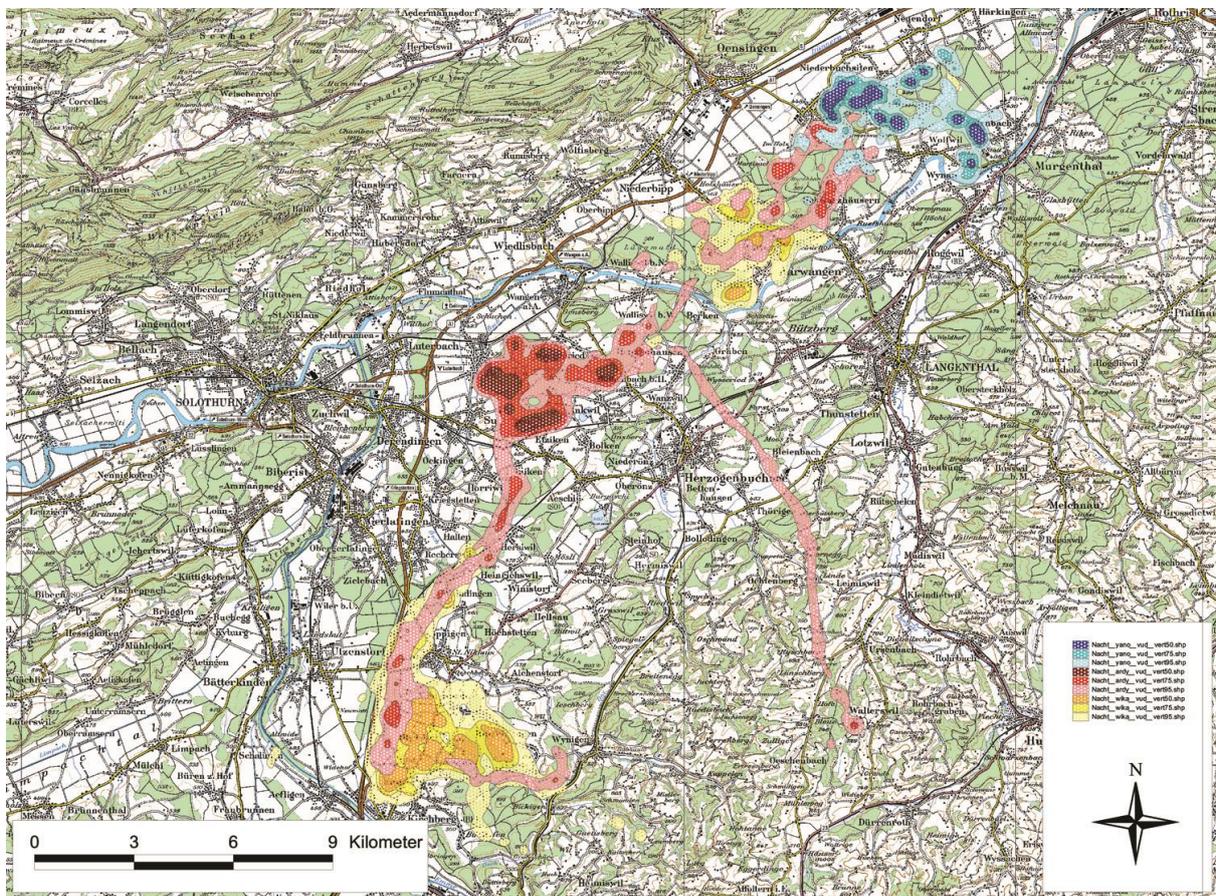


Abb. 7.9. BRBK-Streifgebiete der Rothirsche Ardy (rot), Wika (gelb) und Yano (blau) basierend auf den GPS-Lokalisationen, welche während der Nacht ermittelt worden sind. (Geodaten: LK100 © swisstopo)

Im nordöstlichen Teil des Perimeters sind rund um die Region Fülenbach die Waldränder und offenen Flächen im Bereich Stockacher, sowie zwischen Buechmatten und Bad intensiv von Yano während der Nacht genutzt worden. Weitere Schwerpunktgebiete nächtlicher Nutzung befinden sich südlich von Neuendorf im Bereich Unterhubel, der Allmend und im Moos. Nördlich von Wolfwil liegen bedeutende Austritte bei Schlatt und dem unteren Schweissacher, östlich der Verbindungstrasse zu Niederbuchsiten (Abb. 7.10).

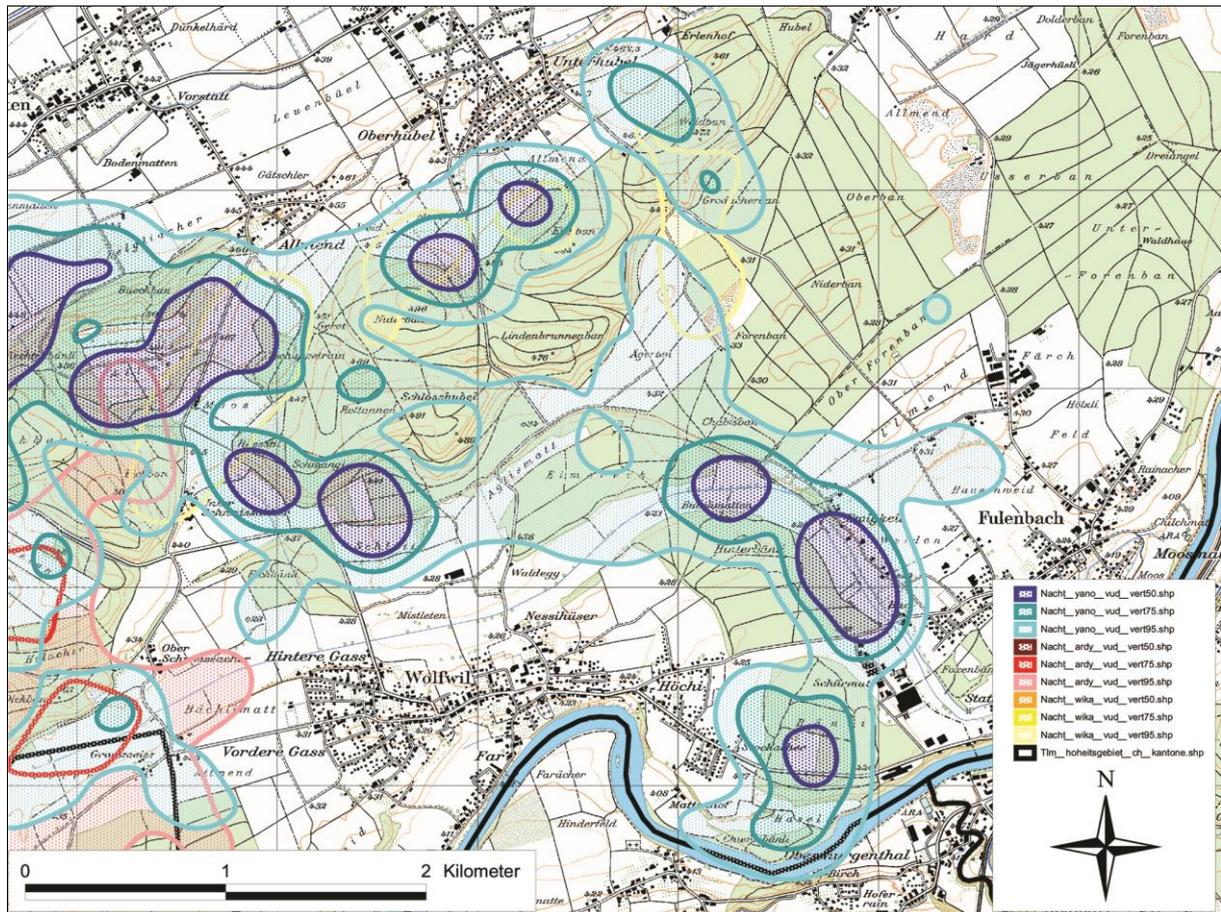


Abb. 7.10. BRBK-Streifgebiete der Rothirsche Ardy (rot), Wika (gelb) und Yano (blau) für den Raum Wolfwil-Fülenbach-Neuendorf basierend auf den GPS-Lokalisationen, welche während der Nacht ermittelt worden sind. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo)

Westlich der Strasse weist Yano auf der Niederbuchsitener Allmend eine starke nächtliche Nutzung auf. Und schliesslich stellt der ganze Streifen östlich Kestenholz zwischen Rain übers Unterdorf bis zum Zelgliacher eine intensiv aufgesuchte Zone Yano's zur Nachtzeit dar. Der Bereich westlich der Verbindungstrasse zwischen Kestenholz und Wolfwil, die Kestenholzer Allmend, stellt ein wichtiges Austrittsgebiet für Ardy und teilweise auch noch für Yano dar. Hinzu kommen die offenen Bereiche beim oberen Schweissacher, sowie das Neufeld östlich der Kiesgrube im Äbisholz. Letztgenannter Standort, ist vor allem von Ardy genutzt worden, wobei sich hier ebenfalls Wika wiederholt schon während der Nacht aufgehalten hat (Abb. 7.11).

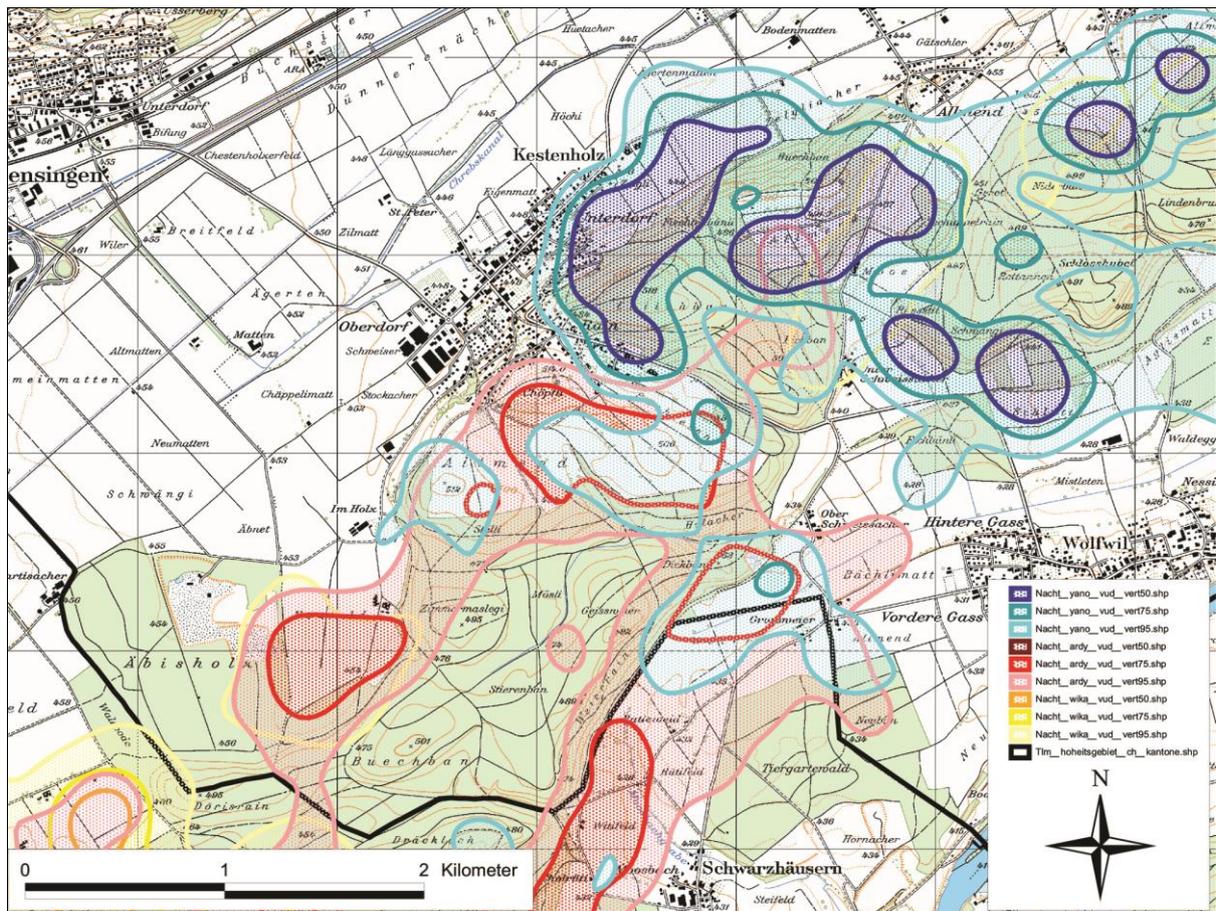


Abb. 7.11. BRBK-Streifgebiete der Rothirsche Ardy (rot), Wika (gelb) und Yano (blau) für den Raum Kestenholz-Wolfwil-Schwarzhäusern basierend auf den GPS-Lokalisationen, welche während des Tages ermittelt worden sind. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo)

In der Region von Subingen und Deitingen liegen relevante nächtliche Aufenthaltsgebiete von Ardy, teils auch von Wika. Besonders intensiv genutzt worden sind die Offenflächen und der Waldrandbereich zwischen Chalberweid, Baschi, Pfaffenweier und Tannrütenen. Zudem ebenso der Waldrandbereich des Erdberi-Ischlags. Eine langgezogene Zone intensiver Nutzung liegt zudem in der Region des Unterwalds, vom Weier über den Fuchsacher bis hin zur Allmend. Dieser Bereich wurde ebenfalls von Wika vereinzelt und wiederholt aufgesucht. Ein besonderer Standort, der von Ardy des Nachts genutzt worden ist, stellt die Kiesgrube im Deitingenwald dar. Aufgrund der Positionierungen kann geschlossen werden, dass Ardy die Kiesgrube wiederholt aufgesucht hat (Abb. 7.12).

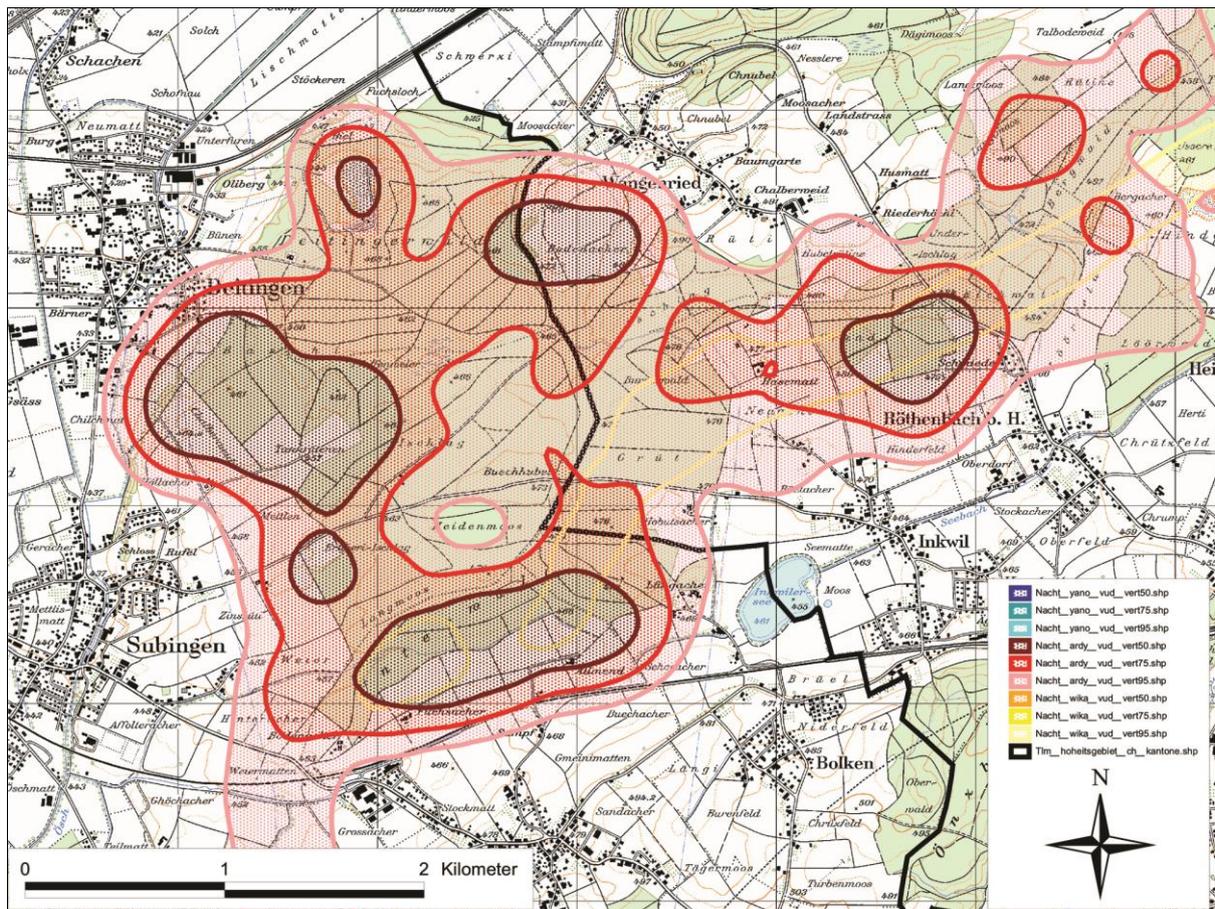


Abb. 7.12. BRBK-Streifgebiete der Rothirsche Ardy (rot) und Wika (gelb) für den Raum Deitingen-Subingen basierend auf den GPS-Lokalisationen, welche während der Nacht ermittelt worden sind. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo)

Vom Subinger und Deitingenwald ist in südlicher Richtung während der Nacht nun auch der eigentliche Wanderkorridor der beiden Rothirsche Ardy und Wika erkennbar. Ausgehend vom Bodenacker am Waldrand bei Unterwald zieht sich diese Zone über die offenen Bereiche Weiermatten, Herrenmatt, Chrüzfeld, Tannfeld zwischen den Gemeinden Horriwil und Hüniken durch bis in den Wald bei Buechwald und Unterholz (Abb. 7.12). Von hier führt der genutzte Bereich zwischen Rütihof und Weiermatten und Talmatten westlich der Gemeinde Heriswil auf das Tunnelportal der SBB-Neubau-Strecke. Von Zinsibrunnen und Talmatten aus zieht sich die Zone nächtlicher Nutzung in südlicher Richtung weiter in den Herrenwald und Jäggenenwald beidseitig der SBB-Bahnlinie. Die Querung der Bahnlinie erfolgt sowohl über den Tunnelbereich der Bahn, wie auch den offen geführten Streckenabschnitt im Bereich Herrenwald-Jäggenenwald. Zu sagen gilt, dass der Bereich Jäggenenwald nordseitig der Bahnlinie Wika wiederholt auch als Tageseinstand und nächtliches Austrittsgebiet gedient hat. Die nächtliche Nutzungszone verläuft dann südlich der Bahnlinie weiter nach Lutermos, Neumatt, Wiggismatt und Moosmatt auf Gebiet der Gemeinde Willadingen (BE).

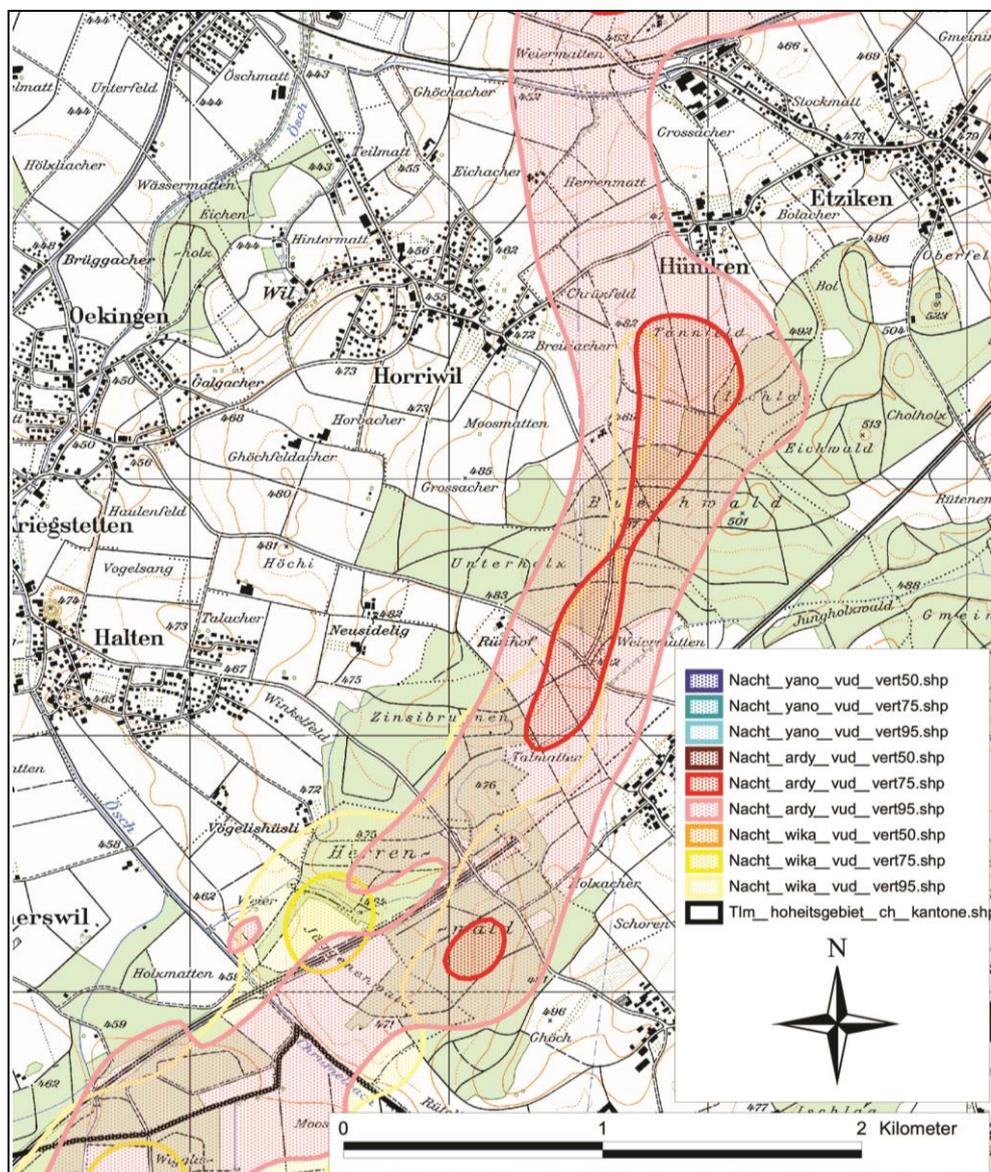


Abb. 7.13. BRBK-Streifgebiete der Rothirsche Ardy (rot) und Wika (gelb) für den Raum Recherswil-Heinrichswil-Etziken basierend auf den GPS-Lokalisationen, welche während der Nacht ermittelt worden sind. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo)

## Zerschneidung der Lebensräume / Migrationsrouten durch Verkehrsträger

### **Autobahnen A1 und A5 als Ausbreitungshindernisse für die Rothirsch-Population im Mittelland**

Der Lebensraum der Rothirsche im Berner und Solothurner Mittelland ist besonders durch den Verlauf der beiden Autobahnen A1 und A5 gekennzeichnet (Abb. 7.14). Für eine Ausbreitung der Rothirsche, welche sich derzeit im Mittelland im Grossraum zwischen Kirchberg/Utzenstorf, Subingen/Deitingen bis nach Härkingen aufhalten, ist eine Erschliessung weiterer Lebensräume westlich bzw. nördlich der Autobahn A1 stark beeinträchtigt. Regelmässige Querungen der Autobahn A1 sind nur im Bereich des Wildtierkorridors BE 08 im Neu-Ischlag (Utzenstorf, BE) über die dortige Grünbrücke bekannt und nachgewiesen. Dass diese Wildtier-Überführung von Rothirschen genutzt wird, wissen wir einerseits durch die dokumentierten Bewegungen von Wika, andererseits aber ebenfalls aufgrund einer ganzjährigen Überwachung der Wildtier-Überführung mittels Fotofallen. Das Beispiel von Ardy, welcher nach seiner Übersiedlung in den Jura wieder ins Mittelland zurückgekehrt ist, in dem er bei Luterbach zunächst die Autobahn A5 und anschliessend die A1 während der Nacht erfolgreich traversierte (Willisch *et al.* 2011), weist zwar darauf hin, dass Rothirsche prinzipiell in der Lage sind, ebenfalls eingezäunte Autobahnabschnitte über den Fahrbahnbereich zu queren. Es bestehen bis anhin jedoch keine gesicherten Nachweise, wonach Rothirsche im Mittelland wiederholt, selbstständig und erfolgreich die Autobahn A1 über die Fahrbahn gequert hätten. Im Gegenteil, in 4 von 5 Fällen, wo Rothirsche zwischen 2010 und 2014 im Fahrbahnbereich der A1 gemeldet worden waren, kamen die betroffenen Rothirsche infolge von Auffahrunfällen ums Leben. Im fünften Fall konnte der Rothirsch aus dem Fahrbahnbereich erst entlassen werden, nachdem die Umzäunung der Autobahn geöffnet worden war (Tabelle 7.1).

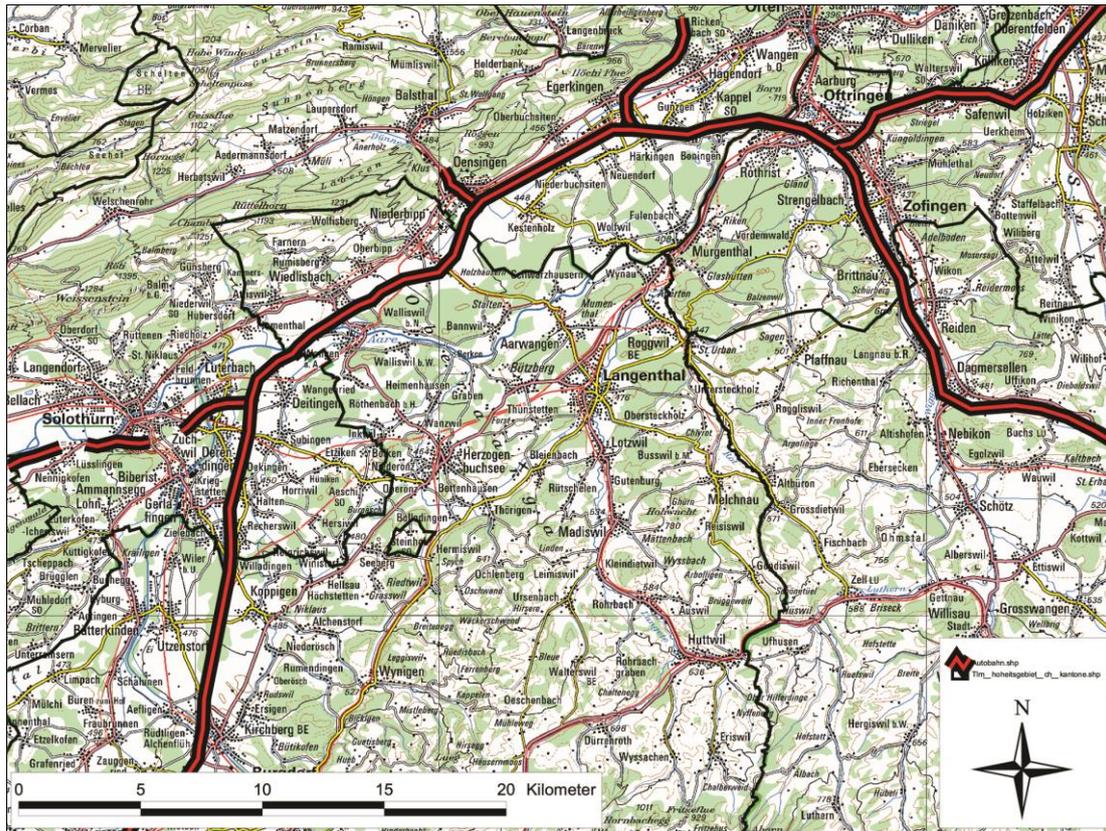


Abb. 7.14. Verlauf der Autobahnen im erweiterten Bereich der untersuchten Rothirsch-Population im schweizerischen Mittelland. (Geodaten: LK200, Kantonsgrenze © swisstopo)

Tabelle 7.1: Rothirsch-Nachweise im Fahrbahnbereich der Autobahn A1 im Berner und Solothurner Mittelland zwischen 2010 und 2014.

| Zeitraum       | Kategorie                    | Autobahnabschnitt  | Bemerkung  |
|----------------|------------------------------|--------------------|--|
| April 2011     | Alttier und Schmaltier       | Härkingen/ Gunzgen | Fallwild   |
| April 2013     | Alttier                      | Härkingen/ Gunzgen | Fallwild   |
| August 2013    | Hirschkuh (verm. Schmaltier) | Oensingen          | Aus Fahrbahnbereich entlassen durch Öffnen der Umzäunung |
| September 2013 | Stier                        | Utzenstorf         | Fallwild   |
| Oktober 2013   | Spießler                     | Hindelbank         | Fallwild   |

Die Tatsache, dass Rothirsche auch schon nördlich der A1 im Raum Gunzgen-Olten nachgewiesen worden sind (Abb. 7.15), bietet allerdings Anlass zur Vermutung, dass die Querung der Autobahn A1 dennoch gelegentlich erfolgreich sein kann. Ob die Autobahn auf diesem Streckenabschnitt jedoch tatsächlich über den Fahrbahnbereich gequert wird, ist unklar. Vermutet wird, dass die Rothirsche dazu eher eine der beiden nahegelegenen Fahrbahn-Unterführungen nutzen.



Abb. 7.15. Rothirsch nördlich Autobahn A1 bei Gunzgen, fotografiert am 21. Oktober 2011. (Fotofallen-Aufnahme: K. Steiner, Revier Härkingen)

Hinsichtlich einer zukünftigen Vernetzung der Lebensräume im Mittelland südlich der A1 und dem nördlich gelegenen Jura können basierend auf der vorliegenden Untersuchung mit den GPS-besenderten Individuen keine direkten Aussagen gemacht werden. Denn keiner der drei Rothirsche hat im nördlichen Teil des Untersuchungsperimeters, d.h. zwischen Deitingen und Härkingen, je versucht vom Mittelland aus in den Jura vorzustossen. Ebenfalls sind sie, soweit dies mittels der GPS-Daten beurteilt werden kann, in diesem Bereich nie bis an die Autobahn vorgestossen.

## Zerschneidung des Lebensraumes innerhalb der Untersuchungsperimeters

Der Lebensraum südöstlich der Autobahn A1, welcher durch die drei Rothirsche Ardy, Wika und Yano im Mittelland genutzt worden ist, wird von zahlreichen Verkehrswegen durchzogen. Die detaillierte Habitatanalyse in Kapitel 5 hat ergeben, dass die Verkehrsträger Strasse und Bahn im Grundsatz keinen nennenswerten negativen Einfluss auf die Habitatnutzung der Rothirsche haben. Allenfalls ist eine leichte, individuelle Meidung (Wika) zu beobachten. Sowohl Strassen wie auch Bahnlinien werden in der Nacht immer wieder von allen Rothirschen im Rahmen ihrer Bewegungen gequert. Im derzeitigen baulichen Zustand und bei aktueller Nutzungsintensität stellen die Verkehrsträger – die Autobahnen und die eingezäunten SBB-Bahnlinien ausgenommen – somit keine unüberwindbaren Hindernisse für die Rothirsche dar.

### **Strassen**

Diverse Strassen liegen im Lebensraum der Rothirsche im Solothurner Mittelland südöstlich der Autobahn A1. Zu den grösseren und stärker befahrenen Hauptstrassen, welche die Streifgebiete der besenderten Rothirsche durchziehen, gehören die Streckenabschnitte Kestenholz-Wolfwil-Fulenbach, sowie Subingen-Etziken. Die Verbindungsstrasse Oensingen-Kestenholz-Niederbuchsiten-Neuendorf -Härkingen ist ebenfalls relativ stark befahren. Diese Strasse ist von den GPS-besenderten Rothirschen jedoch nie traversiert worden. Daneben existieren zahlreiche weitere kleinere bis mittlere Verbindungsstrassen zwischen den verschiedenen Dörfern der Region.

In den Abb. 7.16 und 7.17 sind diejenigen Strassenabschnitte, welche während der Studienzeit von den GPS-besenderten Rothirschen im Mittelland gequert worden sind, rot hervorgehoben. Diejenigen Abschnitte, welche nie traversiert worden sind, sind gelb dargestellt.

Im nordöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes zählen zu den gequerten Strassen alle Verbindungsstrassen zwischen Kestenholz, Schwarzhäusern, Wolfwil, Fulenbach, Neuendorf und Niederbuchsiten. Keine Querungen konnten hingegen für die Verbindungsstrassen zwischen Fulenbach, Boningen und Härkingen festgestellt werden. Ebenso ist auch die Strasse Oensingen-Kestenholz-Niederbuchsiten-Neuendorf-Härkingen von den drei Sender-Tieren nie übertreten worden (Abb. 7.16).

Es gilt hierbei jedoch zu erwähnen, dass wir von Fotofallaufnahmen aus den Wintern 2009/10 und 2010/11 wissen, dass sich ebenfalls im Dreieck zwischen Härkingen, Boningen und Fulenbach wiederholt mehrere Rothirsche aufgehalten haben. Es ist daher wahrscheinlich, dass wohl auch die Strassen Fulenbach-Härkingen und Fulenbach-Boningen von Rothirschen gequert worden sind. Zudem ist davon auszugehen, dass ebenfalls der Abschnitt Härkingen-Boningen auch schon von Rothirschen traversiert worden ist, zumal im Bereich der Autobahn A1 wiederholt Rothirsche festgestellt worden sind (siehe oben).

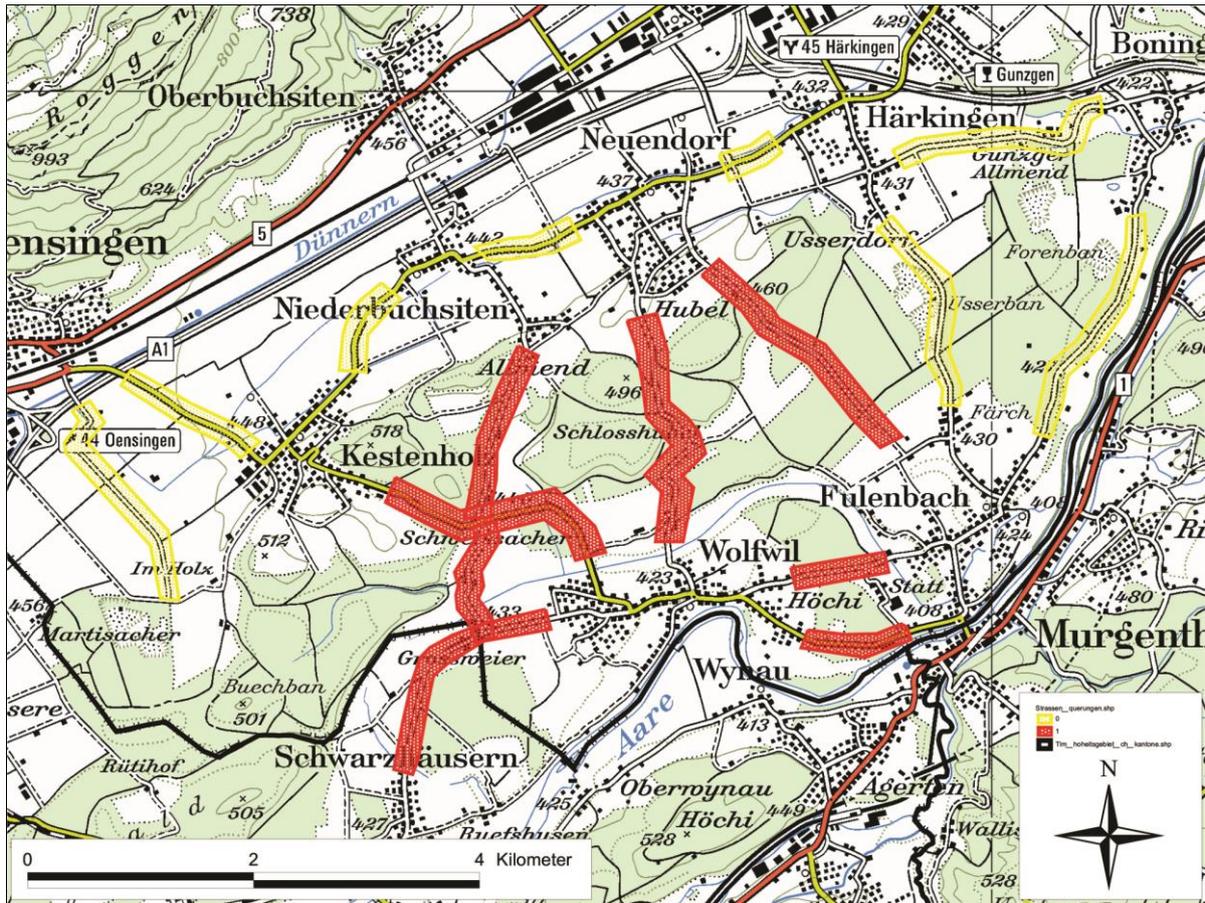


Abb. 7.16. Überblick über die Strassenabschnitte, welche von den GPS-besenderten Rothirschen gequert (rot) bzw. nicht gequert worden sind (gelb) im Bereich Kestenhof-Härkingen-Fulenbach-Wolfwil. (Geodaten: LK50, Kantonsgrenze © swisstopo)

Im südlichen Teil des Untersuchungsperimeters sind die Verbindungsstrassen Subingen-Inkwil, Subingen-Etziken, Horriwil-Hüniken, Horriwil-Heriswil, Kriegstetten-Heriswil und Halten-Heinrichswil von den besenderten Rothirschen Ardy und Wika jeweils bei grossräumigen Einstandswechseln gequert worden (Abb. 7.17). Ardy hat zudem besonders häufig über die Strasse Inkwil-Subingen gewechselt, als er seinen Sommereinstand in diesem Raum hatte. Die Strassen östlich der Linie Etziken-Heriswil-Heinrichswil sind demgegenüber weder von Wika noch von Ardy je gequert worden. Zudem gab es auch nie einen Fall, wo einer der besenderten Rothirsche die Verbindungsstrasse zwischen Luterbach und Wangen an der Aare in Richtung Norden traversiert hätte. Dies ist von Bedeutung, da hier ein überregionaler Wildtierkorridor (SO 06 / BE 09) beschrieben ist, der das Mittelland mit dem Jura verbindet. Der Korridor gilt allerdings als beeinträchtigt (siehe unten).

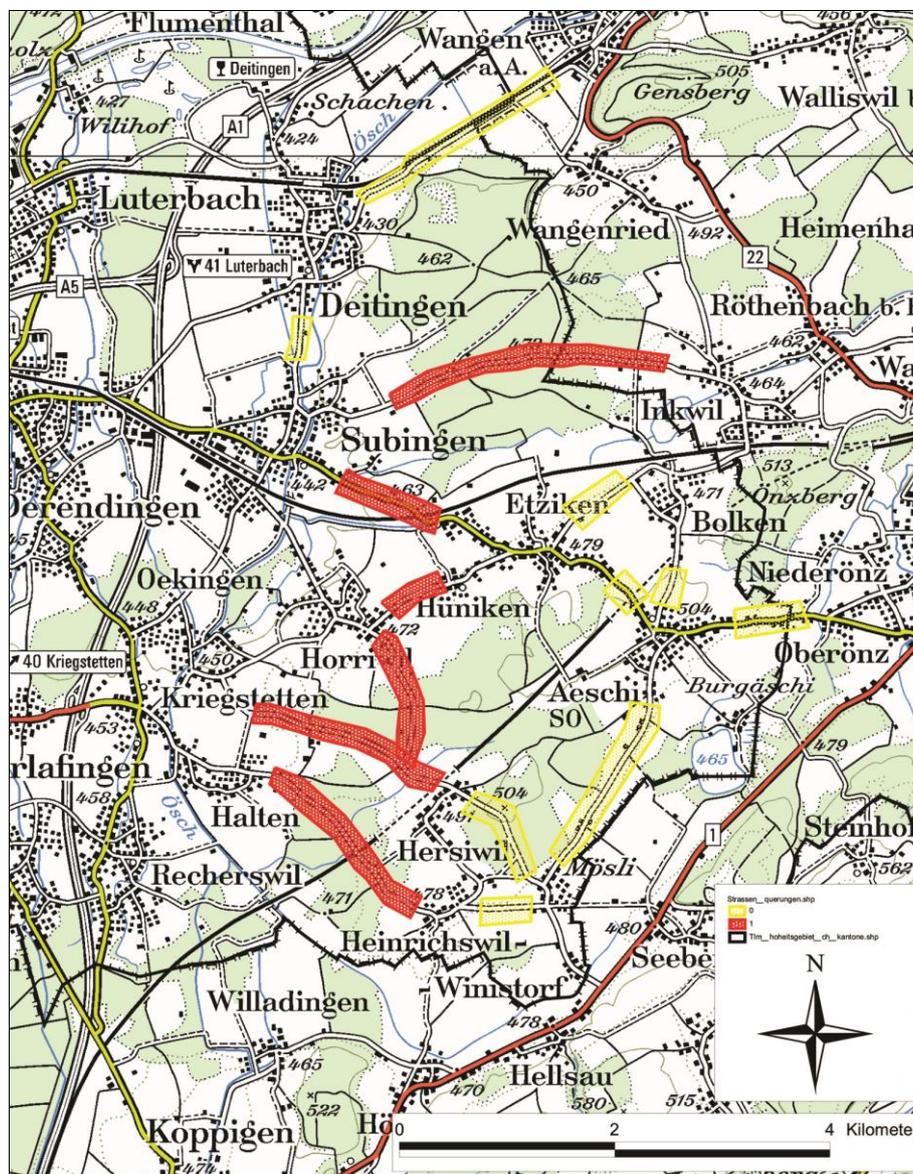


Abb. 7.17. Überblick über die Strassenabschnitte, welche von den GPS-besenderten Rothirschen gequert (rot) bzw. nicht gequert worden sind (gelb) im Bereich Rechterswil-Heinrichswil-Luterbach. (Geodaten: LK200, Kantonsgrenze © swisstopo)

## Bahnlinsen

Von besonderer Wichtigkeit für die Rothirsche im Mittelland in Bezug auf die Bahnlinsen ist die SBB-Neubaustrecke der Bahn 2000 bei Recherswil/Heriswil (Abb. 7.18). Hier queren die Rothirsche die Bahnlinie im Bereich Jäggenenwald / Herrenwald. Aufgrund der GPS-Positionen ist davon auszugehen, dass die Rothirsche die Gleise meist südlich vor dem Tunnelportal traversieren. Es existiert hier keine Umzäunung. Die Möglichkeit besteht aber auch, dass die Rothirsche die Bahnlinie über den Tunnelbereich queren. Zumindest Ardy hat hier schon gewechselt.

Weiter von Bedeutung sind zudem die Bahnlinsen, welche zwischen Subingen und Inkwil als auch zwischen Luterbach und Wangen an der Aare verlaufen (Abb. 7.18). Die erste Strecke wurde von Ardy und Wika jeweils bei ihren grossräumigen Einstandswechselln zwischen Subingen und Etziken überquert, während der Abschnitt Etziken-Inkwil nie von ihnen traversiert wurde. Nie gequert wurde zudem auch die zweite Bahnlinie Luterbach-Wangen an der Aare, obwohl hier, wie oben bereits erwähnt, der Wildtierkorridor SO 6 / BE 09 durchgeht, der das Mittelland mit dem Jura verbindet.

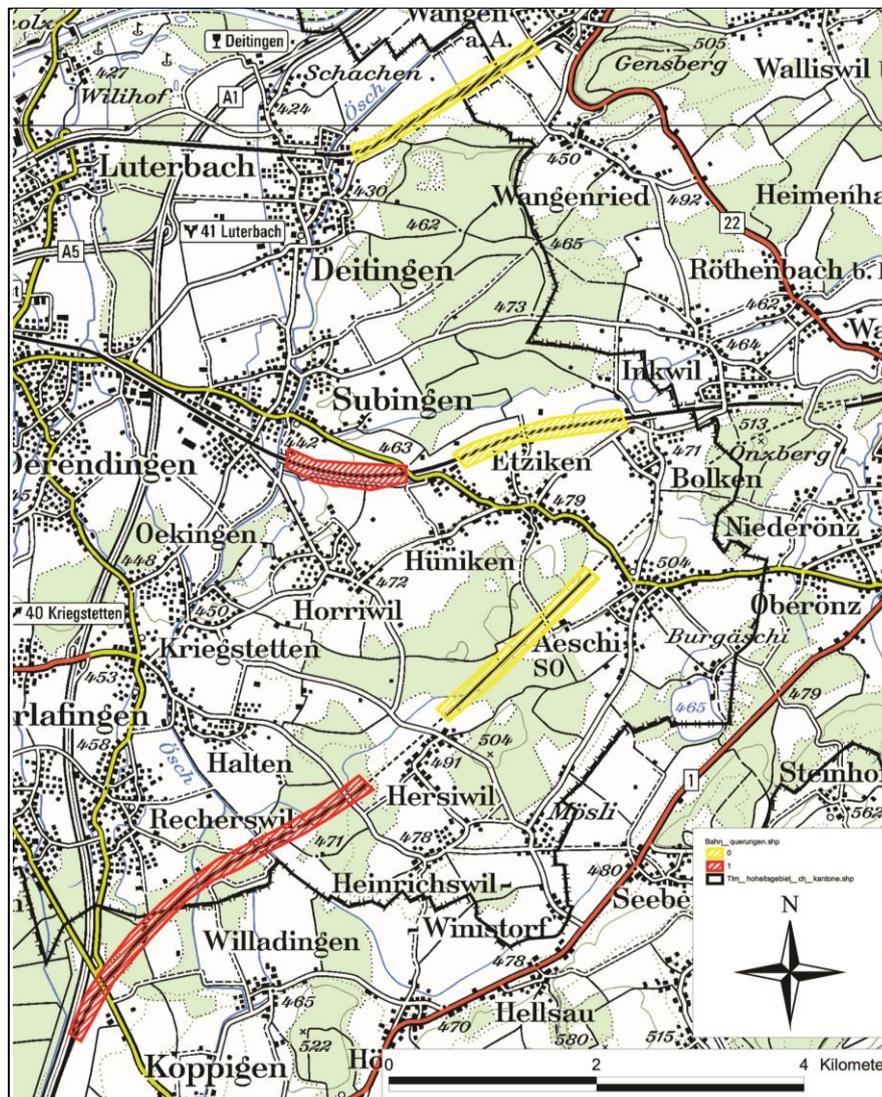


Abb. 7.18. Überblick über die Bahnlinsen, welche von den GPS-besenderten Rothirschen gequert (rot) bzw. nicht gequert worden sind (gelb) im Bereich Recherswil-Heinrichswil-Luterbach. (Geodaten: LK200, Kantonsgrenze © swisstopo)

## Werden Korridore und Verbindungsrouten genutzt?

Die Nutzung der Wildtierkorridore im Bereich des Solothurner Mittellandes (Abb. 7.19) durch den Rothirsch ist zusammenfassend in der Tabelle 7.2 aufgelistet. Eine detaillierte Betrachtung der aktuellen Nutzungssituation der Wildtierkorridore und der Verbindungsachsen für Wildtiere erfolgt für die verschiedenen Regionen des Solothurner Mittellandes in den nachfolgenden Abschnitten.

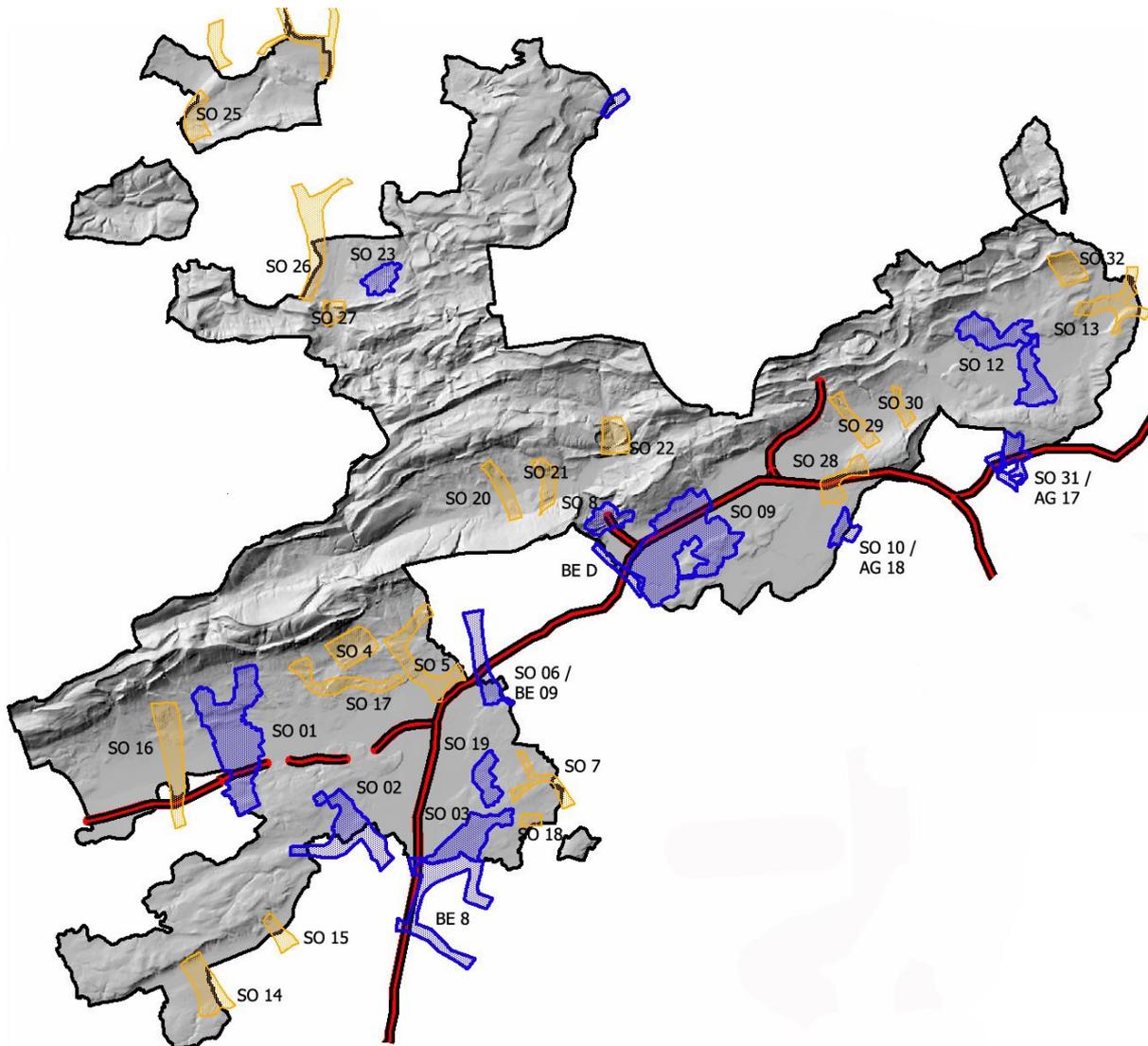


Abb. 7.19. Überblick über die überregionalen (blau) und regionalen (orange) Wildtierkorridore im Kanton Solothurn. (Geodaten: Relief, Kantonsgrenze © Kanton Solothurn; Wildtierkorridore © BAFU)

Tabelle 7.2: Passierbarkeit und Nutzung der Wildtierkorridore im Solothurner Mittelland und in angrenzenden Gebieten der Nachbarkantone.

| <b>Status</b> | <b>ID</b>      | <b>Zustand</b><br>i: intakt<br>b: beeinträchtigt<br>wu: weitgehend unterbrochen<br>u: unterbrochen | <b>Wichtige Hindernisse</b>                              | <b>Massnahmen für Rothirsch</b>                           | <b>Momentane Passierbarkeit für Rothirsche</b>      | <b>Relevanz für Rothirsche</b>  |
|---------------|----------------|--|--|---|---|---|
| Über-regional | SO 01          | b  | A5   | Grünbrücke realisiert                                     | ja  | Wichtige Verbindung zw. Mittelland/Voralpen und Jura über A5  |
|               | SO 02          | b  | Hauptstrassen, Bahnlinien                                | Aufwertung Vernetzung                                     | ja  | Verbindung zw. Mittelland/Voralpen und Jura über SO 01 mit SO 03 und BE 8; Regionale Alternativrouten über SO 14 und SO 15  |
|               | SO 03          | wu (A1)<br>b (Bahn 2000)   | A1, Bahn 2000  | A1: Grünbrücke in Abklärung<br>Bahn 2000: keine Umzäunung | A1: nein<br>Bahn 2000: ja                           | Ost-West-Linie über A1: wichtige für Verbindung zw. Mittelland/Voralpen und Jura über SO 01 und SO 02; Alternativroute BE 8.<br>Nord-Süd-Linie über Bahn 2000: wichtige Verbindung innerhalb des Mittellandes |
|               | SO 06<br>BE 09 | b  | A1, Hauptstrasse, Bahnlinie                              | Unterführung A1 in Planung/Abklärung                      | möglich unter Autobahnbrücke hindurch               | Wichtige Verbindung zw. Mittelland/Voralpen und Jura über A1  |
|               | SO 09          | wu   | A1   | Grünbrücke in Planung                                     | nein  | Wichtige Verbindung zw. Mittelland/Voralpen und Jura über A1  |
|               | SO 19          | b  | Hauptstrassen, Bahnlinien, Siedlungszonen                | Aufwertung Vernetzung                                     | ja  | Wichtige Verbindung innerhalb des Mittellandes auf Nord-Süd-Linie zwischen Siedlungen hindurch  |
|               | SO 10<br>AG 18 | wu (Aargau)<br>i (Solothurn)   | Hauptstrasse, Bahnlinie                                  | Aargau: In Abklärung                                      | ja  | Wichtige Verbindung zw. Mittelland und Voralpen   |
|               | SO 31<br>AG 17 | wu   | A1   | AG: Grünbrücke in Abklärung                               | nein  | Wichtige Verbindung zw. Mittelland/Voralpen und Jura über A1 falls SO 12 saniert wird   |
|               | SO 12          | wu   | Hauptstrassen, Bahnlinien, Siedlungszonen, Uferverbauung | Wildtierpassage in Abklärung                              |   | Wichtige Verbindung zw. Mittelland/Voralpen und Jura über A1 falls SO 31 / AG 17 saniert wird   |
|               | BE 08          | b  | A1, Bahn 2000  | Grünbrücke realisiert über A1 / Bahn 2000                 | ja  | Wichtige Verbindung zw. Mittelland/Voralpen und Jura über A1/Bahn 2000 und SO 01 und SO 2   |
| BE D          | wu             | A1, Siedlungszonen   | Nicht mehr sanierbar für grosse Wildtiere                | nein  | Verbindung zw. Mittelland/Voralpen und Jura über A1 |   |

| <b>Status</b> | <b>ID</b> | <b>Zustand</b><br>i: intakt<br>b: beeinträchtigt<br>wu: weitgehend unterbrochen<br>u: unterbrochen | <b>Wichtige Hindernisse</b>             | <b>Massnahmen für Rothirsch</b>                        | <b>Momentane Passierbarkeit für Rothirsche</b>              | <b>Relevanz für Rothirsche</b>  |
|---------------|-----------|--|---|--|---|---|
| regional      | SO 07     | b  | Hauptstrasse, Siedlungszonen            | Aufwertung Vernetzung                                  | ja  | Verbindung Richtung Voralpen  |
|               | SO 14     | b  | Hauptstrasse                            | Aufwertung Vernetzung                                  | ja  | Alternativroute zu SO 02  |
|               | SO 15     | b  | Hauptstrasse, Siedlungszonen            | Aufwertung Vernetzung                                  | ja  | Alternativroute zu SO 02  |
|               | SO 16     | b (Solothurn)<br>wu (A5, Bern)   | A5 (Bern)<br>Hauptstrasse,<br>Bahnlinie | A5 (Bern): ?<br>Solothurn:<br>Aufwertung Vernetzung    |   | Mögliche alternative Verbindung (zu SO 01) zw. Mittelland/Voralpen und Jura über A5. Hauptkorridor SO 01 mit Grünbrücke jedoch bereits realisiert. SO 16 über A5 von untergeordneter Bedeutung. |
|               | SO 18     | i  | keine                                   | keine  | ja  | Verbindung Richtung Voralpen  |
|               | SO 28     | b  | A1,<br>Hauptstrassen                    | A1: keine Massnahmen geplant;<br>Aufwertung Vernetzung | nein (aber: Rothirsche nutzen teils Verkehrsunterführungen) | Verbindung Born mit übrigen Mittelland  |
|               | SO 07     | b  | Bahnlinie,<br>Siedlungszonen            | Aufwertung Vernetzung                                  | ja  | Alternativroute zu SO 03 als Verbindung innerhalb des Mittellandes auf Nord-Süd-Linie   |
|               | SO 29     | u  | Siedlungszonen,<br>Strassen             | Aufwertung Vernetzung                                  | nein  | Verbindung Born mit Jura, Sanierung jedoch erschwert bzw. nur bedingt möglich aufgrund Siedlungsdichte  |
|               | SO 30     | u  | Siedlungszonen,<br>Strassen             | Aufwertung Vernetzung                                  | nein  | Verbindung Born mit Jura, Sanierung jedoch erschwert bzw. nur bedingt möglich aufgrund Siedlungsdichte  |

## Region Kestenholz-Fulenbach-Härkingen

Bei ihren grossräumigen Ortsverschiebungen von > 5 km bewegten sich die besenderten Rothirsche Ardy und Wika im nördlichen Teil des Untersuchungsperimeters entlang der bewaldeten Hügelkette des Lengwaldes. Im Wesentlichen entspricht ihre Route hier der nationalen Verbindungsachse für Wildtiere (Abb. 7.20).

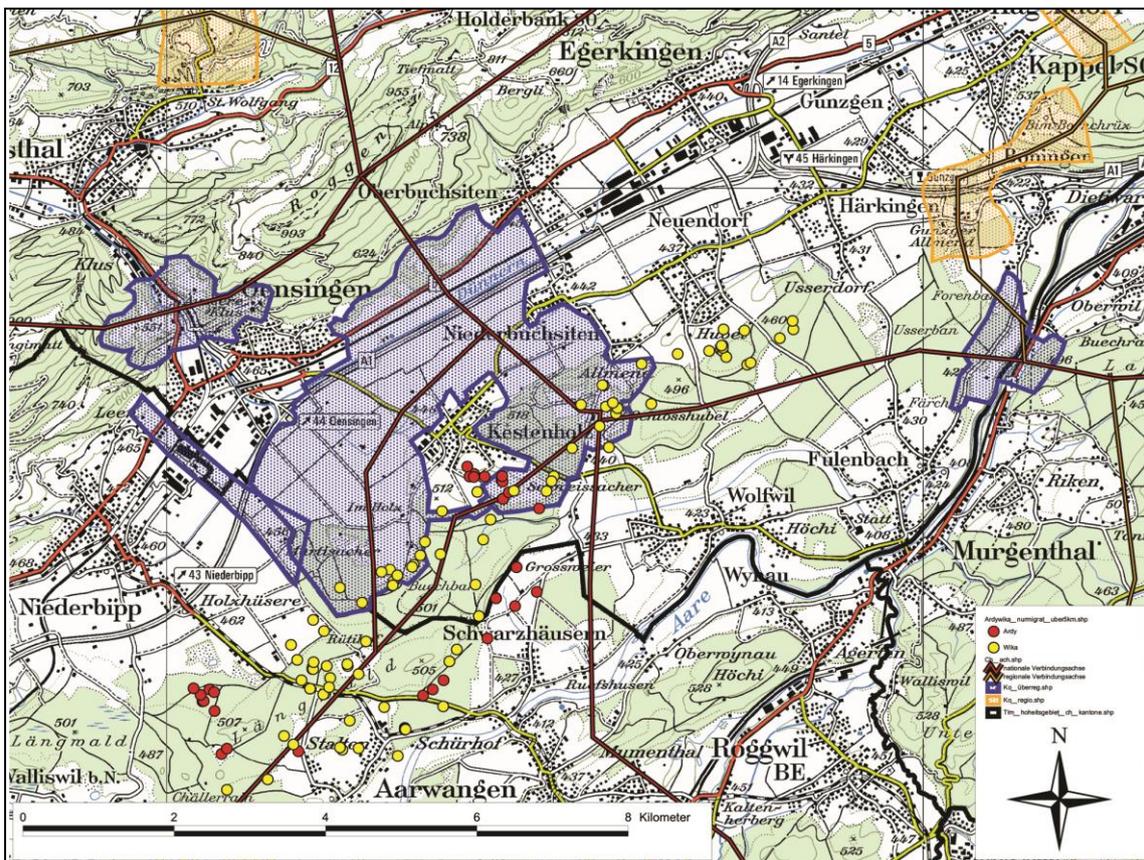


Abb. 7.20. Aufenthaltsorte der Rothirsche Ardy (rot) und Wika (gelb) während ihrer grossräumigen Ortsverschiebungen im Lengwald. Dargestellt sind die regionalen (orange) und überregionalen Wildtierkorridore (blau), sowie die regionalen (orange) und nationalen Verbindungsachsen (rot) für Wildtiere. (Geodaten: LK100, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungsachsen © BAFU)

Die Wildtierkorridore der Region werden hier nur marginal südlich von Kestenholz-Niederbuchsiten zur Verschiebung genutzt. Betroffen ist der überregionale Wildtierkorridor SO 09 (Abb. 7.20). Dieser Korridor erstreckt sich flächig auf die Ebene bis zur Autobahn hinaus. Der SO 09 gilt in Bezug auf die Autobahn A1 als weitgehend unterbrochen, ansonsten ist er für die Rothirsche begehbar. Der Korridor SO 09 wurde von keinem der besenderten Rothirsche je verwendet, um sich in den Bereich der Autobahn zu begeben. Sie hielten sich immer in der Nähe des Waldes auf, südlich der Hauptstrasse Kestenholz-Niederbuchsiten. Im Juli 2013 konnten jedoch zwei unmarkierte Rothirsche (1 Kuh und 1 Stier) auf halbem Weg von Kestenholz in Richtung Autobahn westlich der Strasse Oensingen-Kestenholz am Rand eines Feldgehölzes beobachtet werden.

Der überregionale Korridor SO 10 / AG 18 nördlich von Murgenthal (AG) und Fulenbach, sowie der regionale Korridor SO 28, der zwischen Härkingen und Boningen über Gunzgen und Kappeln das Waldgebiet Born nördlich der Autobahn A1 erschliesst (Abb. 7.20), sind von den besenderten Rothirschen nicht verwendet worden. Wahrscheinlich werden aber dennoch beide Korridore zumindest zeitweise von anderen Rothirschen genutzt. Innerhalb des Korridors SO 10 / AG 18, der als beeinträchtigt klassifiziert ist, existiert für das westliche Aare-Ufer ein Fotofallennachweis eines Stieres im Bereich der Aaretränki (Abb. 7.21). Zudem sind östlich der Aare im Kanton Aargau in den Jahren 2013 und 2014 ein Schmaltier und Stier auf der Hauptstrasse Rothrist-Murgenthal überfahren worden (Angaben des Kantons Aargau, E. Osterwalder). Basierend auf den nationalen Verbindungsachsen für Wildtiere ist denkbar, dass die Rothirsche im Mittelland über den Korridor SO 10 / AG 18 in Verbindung mit den Voralpen-Populationen stehen. Konkrete Hinweise, welche diese Vermutung bestätigen könnten, fehlen bis anhin allerdings. Rothirsch-Beobachtungen im Waldstück Born, der Fotofallen-Nachweis eines Stieres nördlich der Autobahn bei Gunzgen, sowie zwei Fälle mit Rothirsch-Kollisionen auf der A1 im Bereich der Raststätte Gunzgen, weisen des Weiteren darauf hin, dass auch der regionale Wildtierkorridor SO 28, der als weitgehend unterbrochen bezeichnet wird, derzeit schon von Rothirschen genutzt wird. Vermutet wird, dass die Rothirsche hier die Verkehrsunterführungen benützen und so unter der Autobahn hindurch auf die andere Seite gelangen.



DOERR SNAPSHOT

22.07.2013 00:46:32

○15

015°C 059°F

Abb. 7.20. Rothirsch am westlichen Aareufer im Bereich der Aaretränki, fotografiert am 22. Juli 2013.

## Region Koppigen-Subingen-Deitingen

Im südlichen Teil des Untersuchungsperimeters erfolgten die weiträumigen Verschiebungen der Rothirsche Ardy und Wika zu einem grossen Teil innerhalb der ausgeschiedenen überregionalen Wildtierkorridore und entlang der bezeichneten nationalen Verbindungsachsen für Wildtiere (Abb. 7.22). Zwischen Kriegstetten, Recherswil, Willadingen, Heinrichswil und Heriswil nutzten Ardy und Wika den überregionalen Korridor SO 03. Dieser gilt als beeinträchtigt in Bezug auf die Querung der Bahn 2000. Hinsichtlich der Querung der Autobahn A1 in westlicher Richtung gilt er als weitgehend unterbrochen. Weiter nördlich zwischen Horriwil, Hüniken, Subingen und Etziken folgen die Rothirsche dem SO 19. Nicht genutzt worden ist von den GPS-besenderten Rothirschen der regionale Korridor SO 07 zwischen Inkwil, Etziken, Aeschi, Ober-/Niederönz und Bolken, sowie der SO 18 zwischen Aeschi und Heriswil.

Von besonderer Bedeutung für die Vernetzung der Rothirsch-Bestände im Mittelland mit denjenigen des Juras ist der überregionale Wildtierkorridor SO 06 / BE 09 (Abb. 7.22). Dieser führt nordseitig des Deitinger Waldes über die offene Fläche zwischen Luterbach und Wangen an der Aare an die Autobahn A1. Nördlich davon erstreckt er sich zwischen Attiswil und Wiedlisbach bis an den Hangfuss des Jura. Dieser Korridor gilt infolge der Autobahn als beeinträchtigt. Der SO 06 / BE 09 wurde von keinem der besenderten Rothirsche genutzt. Interessanterweise auch nicht von Ardy bei seinem Versuch aus dem Jura zurückzukehren. Theoretisch könnten die Rothirsche im Bereich der Aare unter der Autobahn hindurch. Weshalb diese Passage von Ardy damals nicht genutzt worden ist, ist offen. Die Aare selber dürfte indes kein Hindernis für die Rothirsche an dieser Stelle sein. Ardy durchquerte sie etwas weiter flussaufwärts vor seiner Rückkehr nämlich gleich mehrmals (Willisch *et al.* 2011).

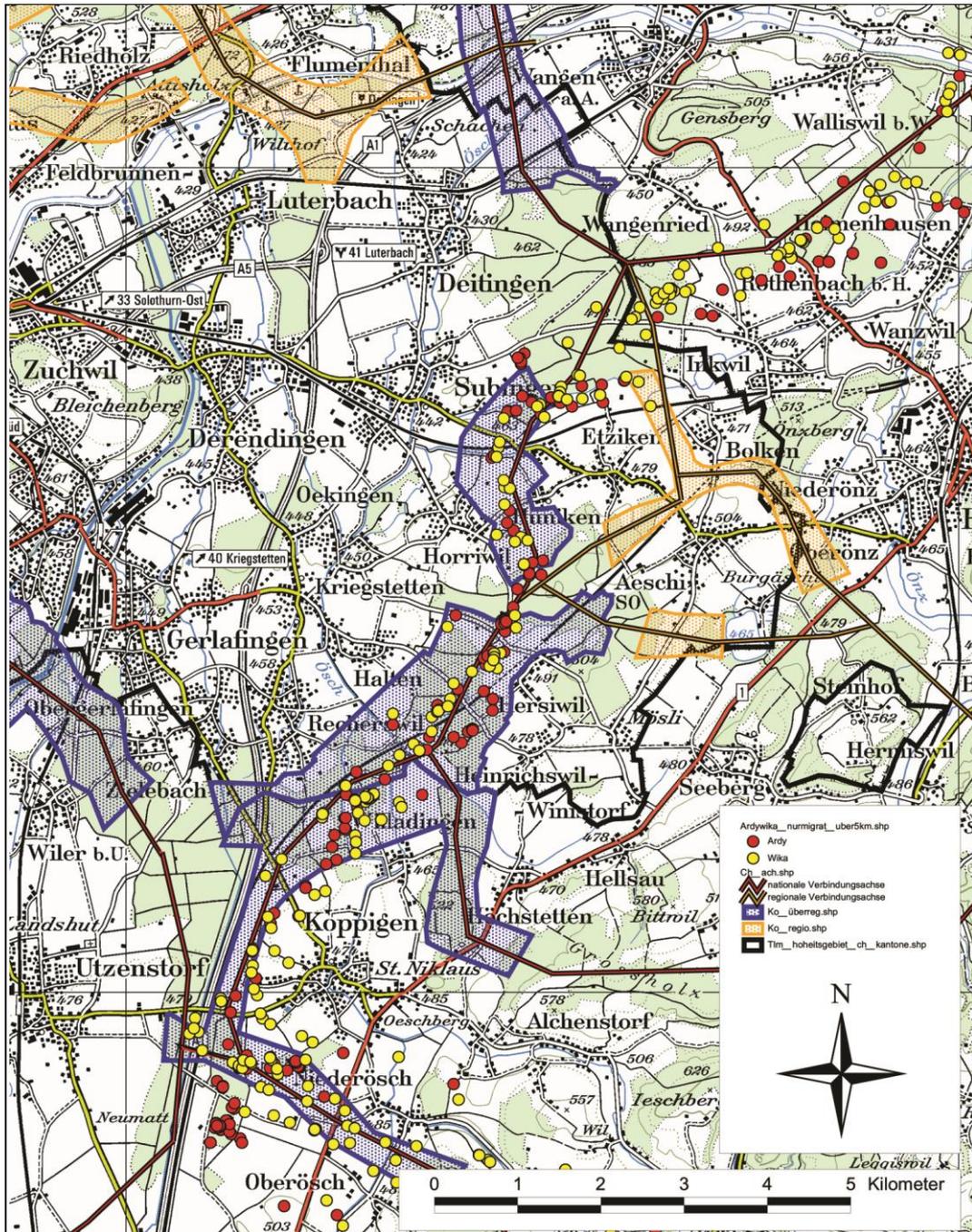


Abb. 7.22. Aufenthaltsorte der Rothirsche Ardy (rot) und Wika (gelb) während ihrer grossräumigen Ortsverschiebungen zwischen der Region Koppigen und Subingen/Deitingen. Dargestellt sind die regionalen (orange) und überregionalen Wildtierkorridore (blau), sowie die regionalen (orange) und nationalen Verbindungsachsen (rot) für Wildtiere. (Geodaten: LK100, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungsachsen © BAFU)

## Region Bibern-Biberist

Schliesslich gilt zu erwähnen, dass wohl auch der Wildtierkorridor SO 02 zwischen der A1 und A5 hin und wieder von Rothirschen genutzt wird. Darauf lassen zumindest verschiedene Zufallsnachweise schliessen, die zuletzt im Waldgürtel nördlich der Linie Bibern-Biberist gemacht worden sind. Möglicherweise begehen die Rothirsche hier ebenfalls die regionalen Wildtierkorridore SO 14 und SO 15. Wie die Rothirsche diesen Raum aber im Detail nutzen ist nicht klar.

Inwieweit Rothirsche vom SO 02 oder den beiden regionalen Korridoren SO 14 und SO 15 aus über den SO 01 und die dortige Grünbrücke am Riemberg bei Nennigkofen auf die Nordseite der A5 wechseln, ist derzeit offen. Möglich wäre es jedoch. Unwahrscheinlich ist indes, dass Rothirsche den regionalen Wildtierkorridor SO 16 nutzen, um über die A5 zu gelangen, da dieser als weitgehend unterbrochen gilt und keine Wildtierüberführung besteht.

## Verbindung zu Voralpen

### Dokumentierte Verbindungsrouten

Aufgrund der Brunft-Wanderungen der Hirsche Ardy und Yano wissen wir, dass zwischen Voralpen und Mittelland ein unbestimmter allenfalls saisonaler Austausch an Rothirschen stattfindet. Im Detail dokumentiert ist ausschliesslich die Wanderroute von Ardy (Abb. 7.23). Diese führte von Bannwil/Walliswil zwischen Herzogenbuchsee und Langenthal hindurch ins untere Emmental. Der erste Abschnitt seiner Route verlief entlang einer regionalen Verbindungsachse für Wildtiere. Etwa auf Höhe von Madiswil endet diese Verbindungsachse, wobei Ardy fast in gerader Linie weiter durchs Emmental südwärts zog.

### Potenzielle Verbindungsrouten

Anhand der nationalen und regionalen Verbindungsachsen für Wildtiere sind jedoch auch weitere Routen vorstellbar. So über den Korridor SO 10 / AG 18 östlich von Fulenbach (Abb. 7.23). Der SO 10 / AG 18 gilt zwar als weitgehend unterbrochen (Bemerkung: Solothurn-seitig ist er intakt, nicht aber auf Seite des Kantons Aargau), Rothirsche sollten aber dennoch in der Lage sein, den Korridor zu begehen.

Von den südlich gelegenen Einständen aus, kommen weitere Routen in Frage. Für das Gebiet des Kantons Solothurns verlaufen diese über die regionalen Wildtierkorridore SO 07 und SO 18 bei Etziken-Bolken und Aeschi in südöstliche Richtung (Abb. 7.23). Schliesslich zeichnen sich ebenfalls von den Sommereinständen in der Region Koppigen-Utzenstorf ausgehend von den Korridoren SO 03 und BE 08 mögliche Verbindungsrouten zu den Rothirsch-Beständen in den Voralpen ab (Abb. 7.23). Inwiefern diese alternativen Routen von Rothirschen effektiv genutzt werden, um sich vom Mittelland aus ins Emmental bzw. in die Voralpen zu verschieben, ist offen.

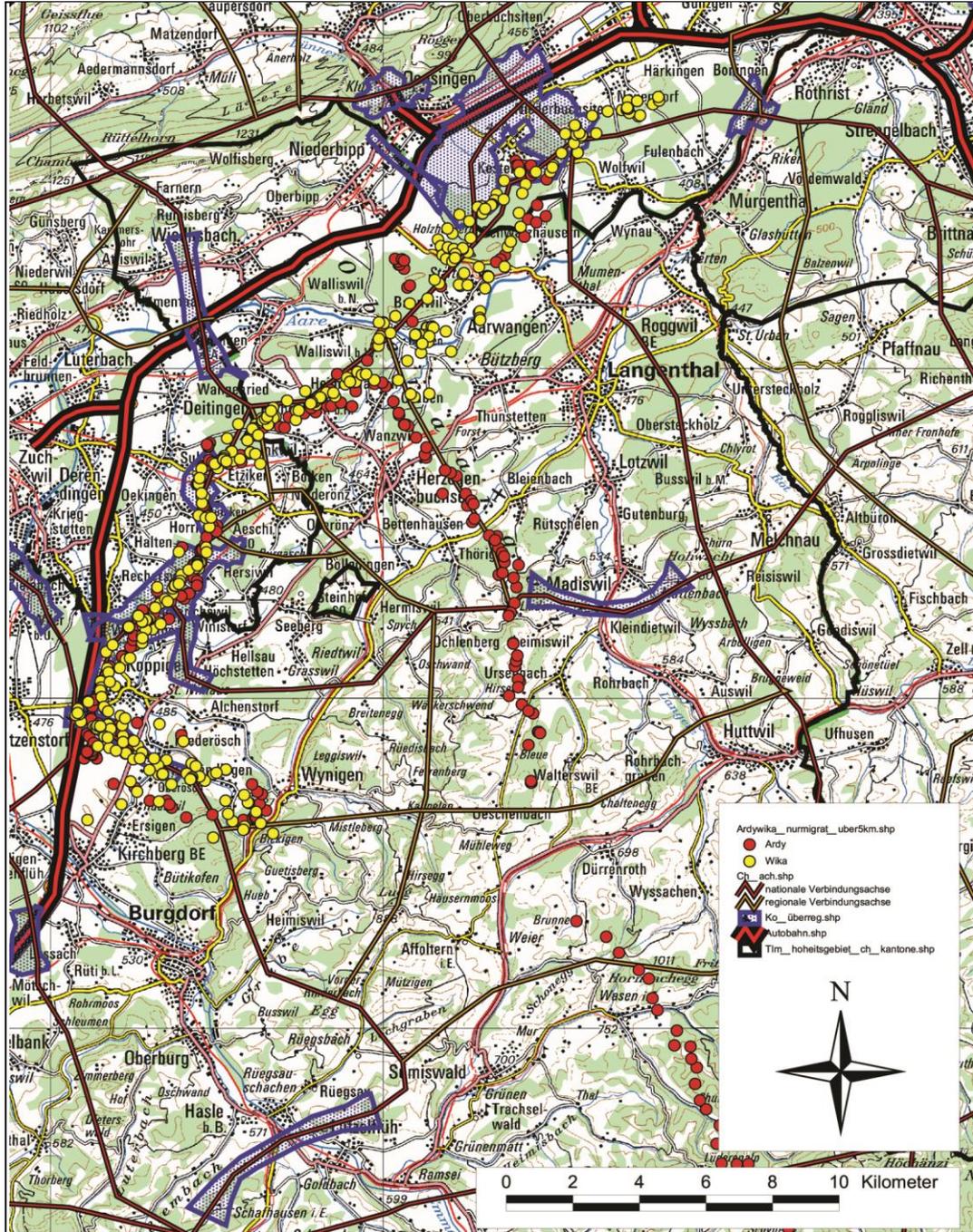


Abb. 7.23. Aufenthaltsorte der Rothirsche Ardy (rot) und Wika (gelb) während ihrer grossräumigen Ortsverschiebungen im Raum des Berner und Solothurner Mittellandes und dem südlich angrenzenden Emmental. Dargestellt sind die regionalen (orange) und überregionalen Wildtierkorridore (blau), sowie die regionalen (orange) und nationalen Verbindungsachsen (rot) für Wildtiere. (Geodaten: LK200, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungsachsen © BAFU)

## Verbindung zum Jura

Mit Blick auf eine künftige Vernetzung der Rothirsch-Populationen im Jura mit denen im südlich gelegenen Mittelland-/Voralpengebiet gilt zu sagen, dass die Möglichkeiten für einen Austausch an Individuen im Bereich des Gebietes des Kantons Solothurn derzeit stark eingeschränkt sind. Grund dafür sind neben den Siedlungen insbesondere die beiden Autobahnen A1 und A5 (Abb. 7.24), welche hier den Jura vom Mittelland und dem vorgelagerten Voralpengebiet weitgehend abtrennen, sowie die SBB-Bahnlagen.

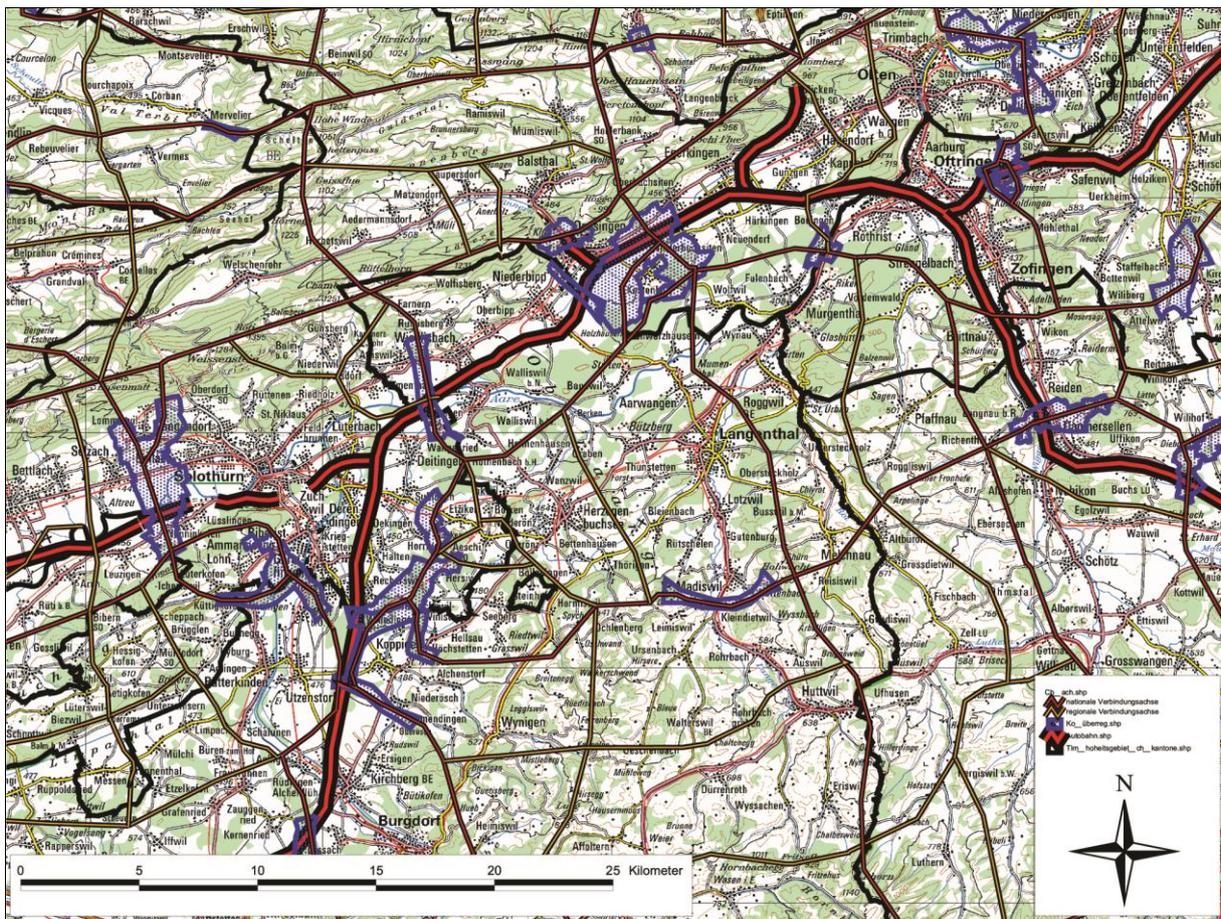


Abb. 7.24. Autobahnen (rot-schwarz) und die überregionale Wildtierkorridore (blau) sowie die regionalen (orange) und nationalen Verbindungsachsen (rot) für Wildtiere im Bereich des Solothurner Mittellandes und angrenzenden Gebieten. (Geodaten: LK200, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungsachsen © BAFU)

## Potenziell bereits passierbare Verbindungsrouten

Denkbar ist, dass bereits jetzt schon Rothirsche aus dem Mittelland-Bestand in der Region Kirchberg/Koppigen/Utzenstorf über die überregionalen Wildtierkorridore BE 08 (Wildtierbrücke Neu-Ischlag, über A1 und SBB), SO 02 und dann über den SO 01 (Wildtierbrücke Riemberg, über A5 und SBB) bis in den Jura vorstossen (Abb. 7.25). Die entsprechenden Abschnitte über die A1 im BE 08, A5 im SO 01 und die selbenorts geführten SBB-Bahnlinien sind mittels Grünbrücken nämlich schon saniert und passierbar gemacht worden. Innerhalb des SO 02 befinden sich für die Rothirsche indes keine nennenswerten Hindernisse, die ihre Mobilität einschränken würden. Die Durchlässigkeit für Rothirsche zwischen Mittelland und Jura könnte über den SO 02 und den SO 01 weiter gesteigert werden, indem ebenfalls der SO 03 bei Recherswil über die A1 passierbar gemacht würde. Dieser Abschnitt des SO 03 in Ost-West-Richtung über die A1 ist derzeit noch unterbrochen, da eine Grünbrücke hier fehlt.

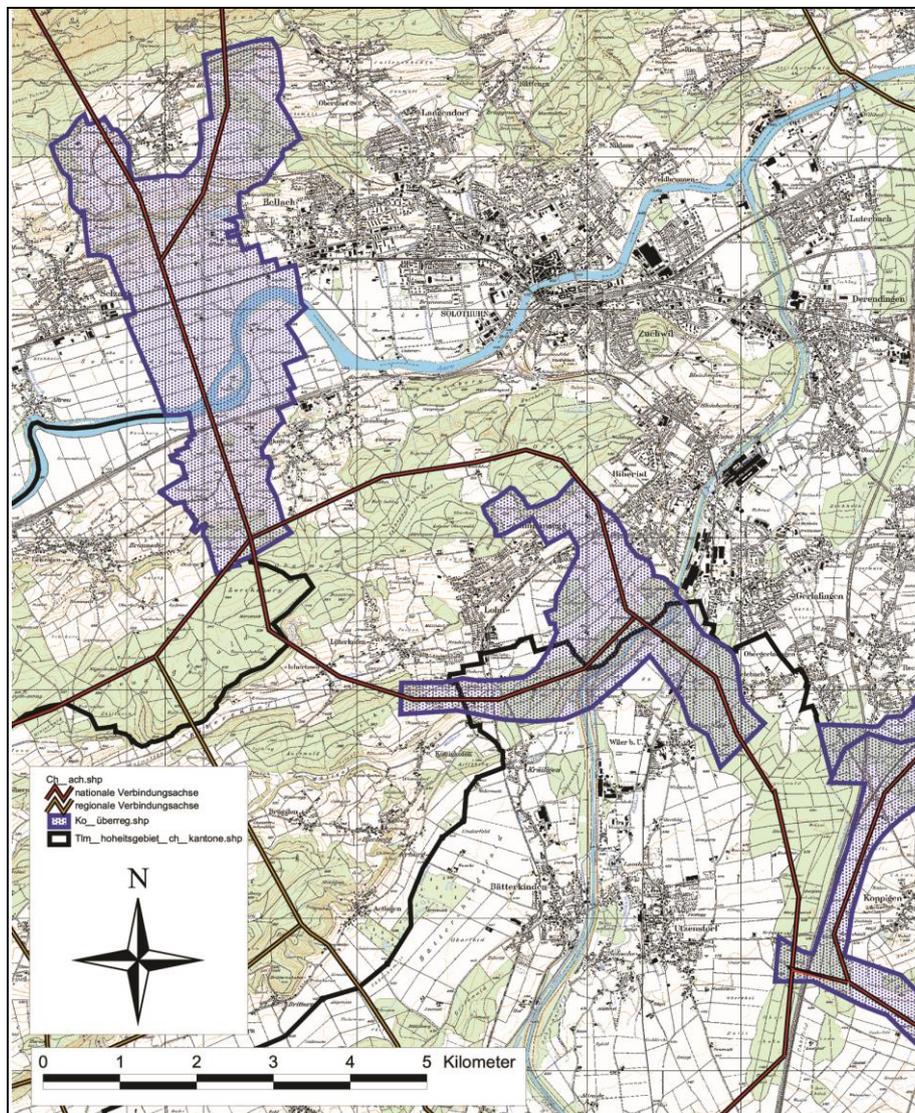


Abb. 7.25. Überregionale Wildtierkorridore BE 08, SO 01, SO 02 und SO 03. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungsachsen © BAFU)

Möglich ist weiter, dass Rothirsche im Bereich Deitingen auch über den überregionalen Wildtierkorridor SO 06 / BE 09 in den Jura gelangen (Abb. 7.26). Auf dem Gebiet des Kantons Solothurn müssen die Rothirsche hier die Hauptstrasse und die Bahnlinie zwischen Deitingen (SO) und Wangen an der Aare (BE) queren. Dieser Abschnitt auf Solothurner Gebiet gilt als intakt. Die Querung der Autobahn A1, dem Haupthindernis, könnte dann auf dem Gebiet des Kantons Bern unter der Autobahnbrücke hindurch erfolgen. Die Rothirsche müssten dazu die Aare beim Weiler Hohfuhren durchschwimmen. Derzeit abgeklärt wird, ob hier der Wildtierkorridor BE 09 mittels einer Wildtierunterführung unter der Autobahn A1 hindurch optimiert werden kann.

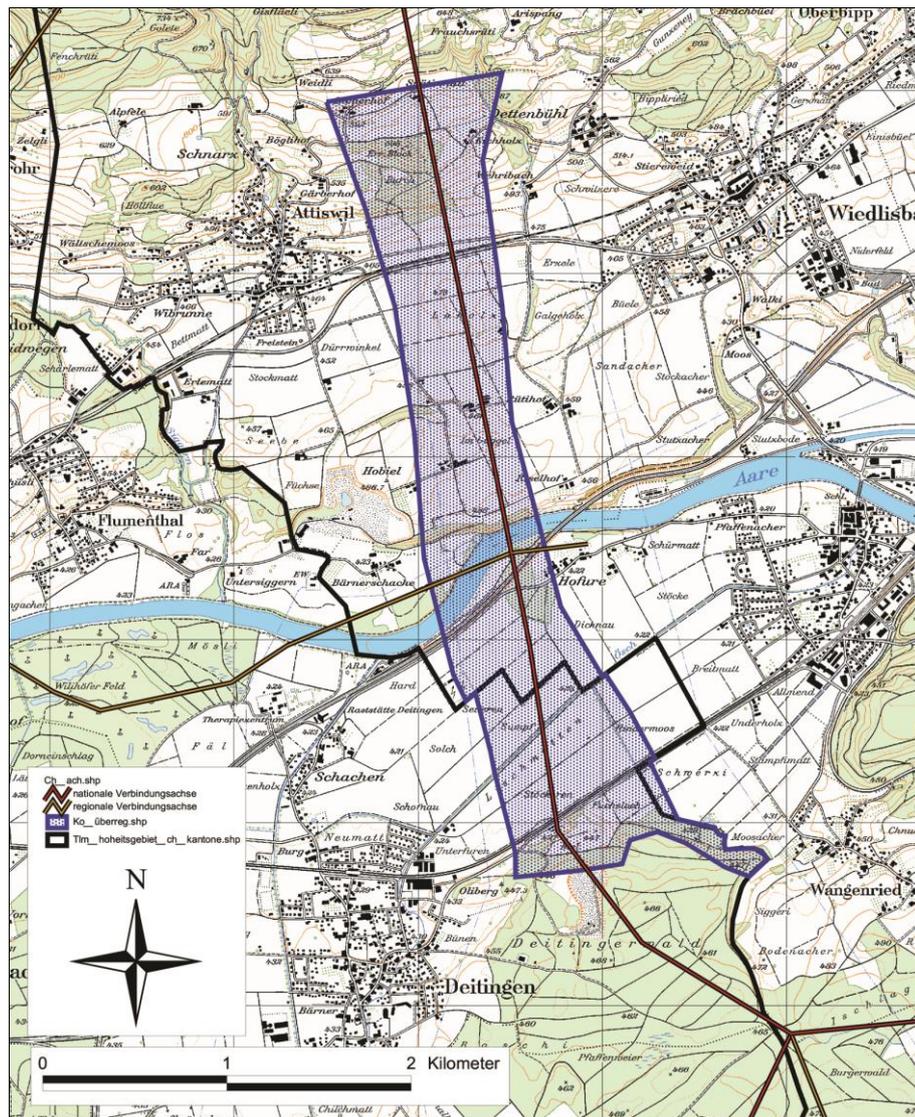


Abb. 7.26. Überregionaler Wildtierkorridor SO 06 / BE 09. (Geodaten: LK125, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungsachsen © BAFU)

## Unpassierbare Verbindungsrouten

Derzeit nicht frei begehbar sind die nachfolgenden überregionalen Wildtierkorridore, welche eine Verbindung zwischen Mittelland und Jura schaffen würden:

- SO 09 zwischen Kestenholz und Oensingen (Abb. 7.27)
- SO 31 / AG 17 bei Oftringen (AG) und Walterswil (Abb. 7.28)
- SO 12 bei Däniken (Abb. 7.29)

Die Sanierung des SO 09 im Bereich Kestenholz/Oensingen ist beschlossen (Abb. 7.27). Die Realisierung wird mit dem Spurausbau der A1 erfolgen. Hier wird mittels einer Grünbrücke der Wildtierkorridor wieder passierbar gemacht. Dadurch wird eine direkte und besonders wichtige Verbindung der derzeitigen Rothirsch-Bestände im Solothurner Mittelland mit dem nördlich gelegenen Jura geschaffen.

Abgeklärt wird schliesslich ebenfalls (pers. Mitteilung M. Struch, Amt für Jagd & Fischerei Solothurn; E. Osterwalder, Amt für Jagd & Fischerei Aargau), ob der SO 31 / AG 17 bei Oftringen (AG) und Walterswil (Abb. 7.28) sowie der SO 12 bei Däniken (Abb. 7.29) mittelfristig wieder durchgängig gemacht werden sollen. Für den Rothirsch steht dabei die Erstellung einer Querung über die A1 im Bereich des SO 31 / AG 17 im Vordergrund. Beim SO 12 bei Däniken muss zudem die SBB-Bahnlinie und nördlich davon der Staubereich des Aare-Laufkraftwerks Gösgen bei Stegbach/Düberten, dessen Uferböschungen mit Betonplatten verbaut sind, mittels baulicher Massnahmen passierbar gemacht werden. Die Verbindung der Rothirsch-Bestände des Mittellands mit denen des Juras wird hier nur erfolgreich sein, wenn beide Korridore auf der ganzen Länge durchgängig gemacht worden sind.

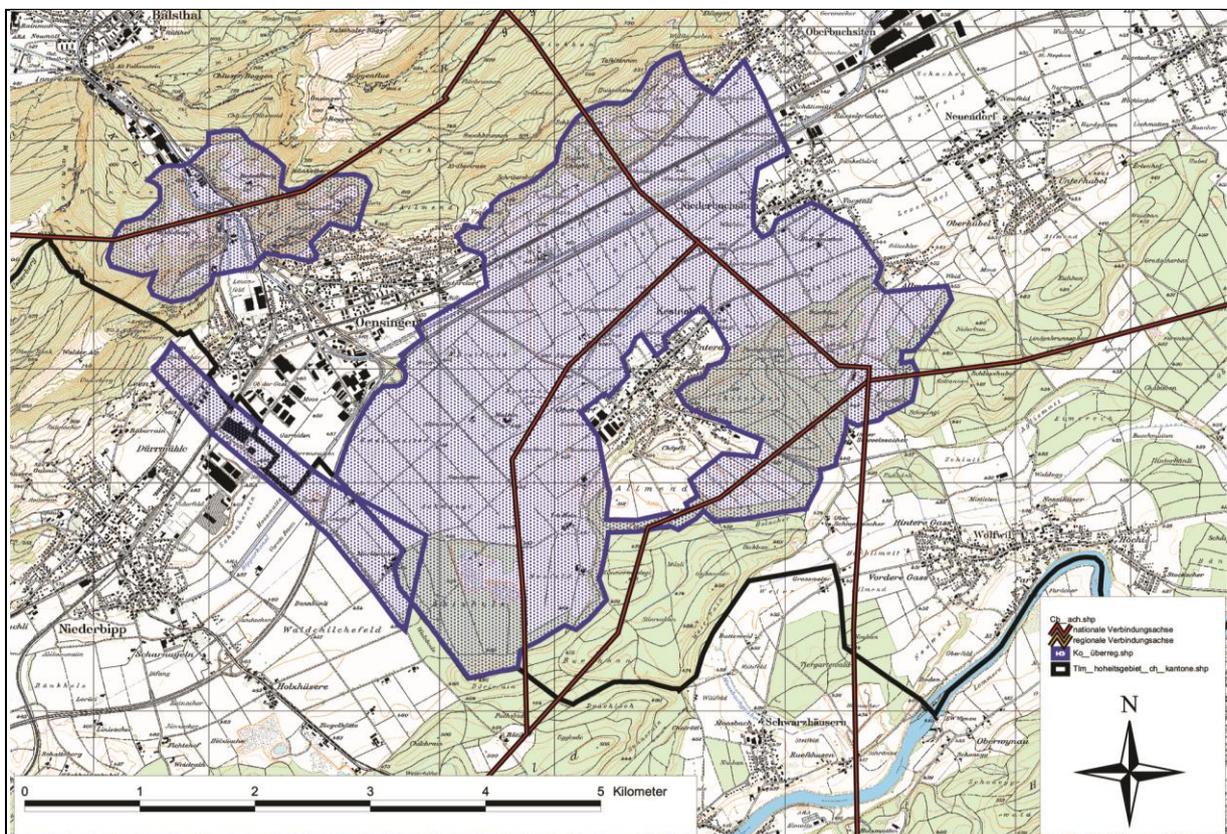


Abb. 7.27. Überregionaler Wildtierkorridor SO 09. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungssachsen © BAFU)

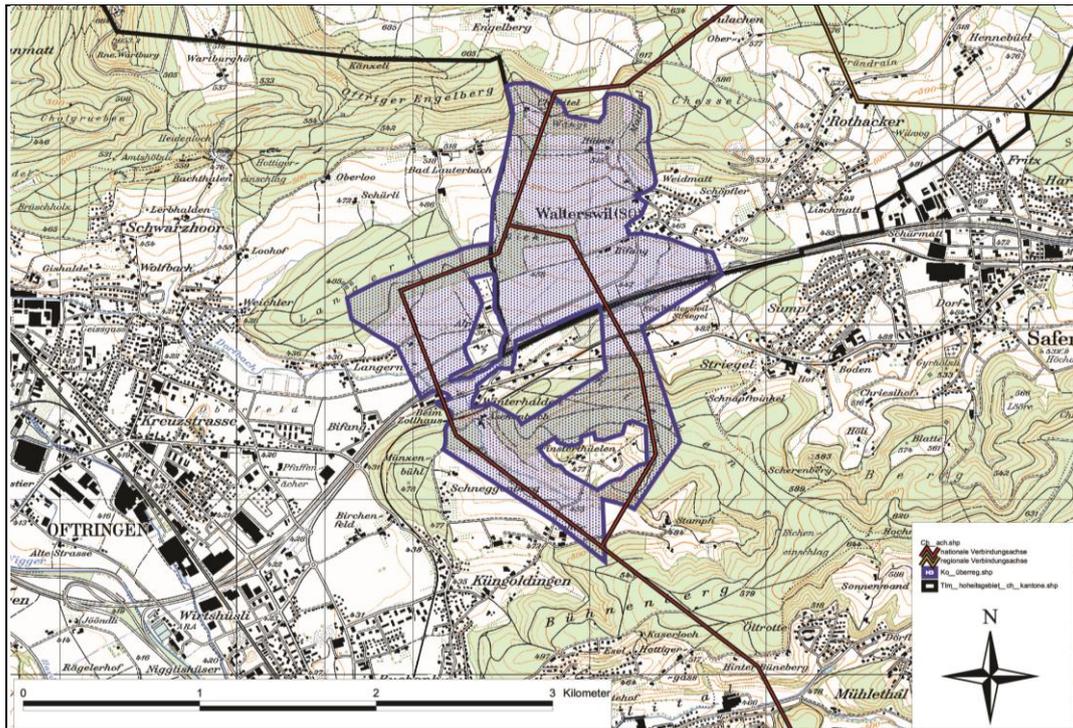


Abb. 7.28. Überregionaler Wildtierkorridor SO 31 / AG 17. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungsachsen © BAFU)

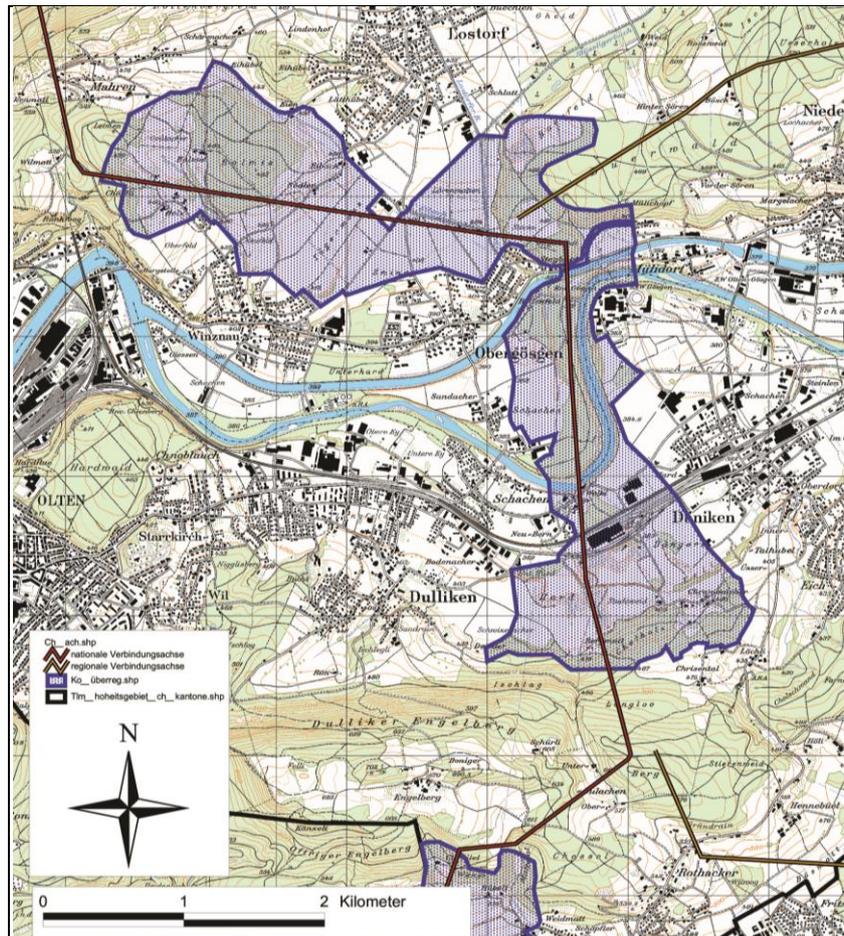


Abb. 7.29. Überregionaler Wildtierkorridor SO 12. (Geodaten: LK25, Kantonsgrenze © swisstopo; Wildtierkorridore, Verbindungsachsen © BAFU)

## Handlungsbedarf

### **Rothirsch-Management**

Langfristig von grundlegender Bedeutung für das Management des Rothirsches im Solothurner Mittelland ist die Erkenntnis, wonach die Rothirsche eine besonders weitläufige Raumnutzung aufweisen, die überregional und kantonsübergreifend ist. Demnach muss davon ausgegangen werden, dass es im Berner und Solothurner Mittelland südlich der Autobahnen A1 und A5, im Grossraum von Kirchberg, Solothurn und Olten, nur einen zusammenhängenden Bestand an Rothirschen gibt, und nicht verschiedene eigenständige. Wahrscheinlich ist gar, dass dieser Bestand ebenfalls noch den Mittelland-Bereich des Kantons Aargau westlich der Autobahn A2 umfasst. Zudem stehen diese Rothirsche über das Emmental und das Entlebuch offenbar in direktem Kontakt zu den Beständen der südlich gelegenen Voralpen.

Entsprechend ist klar, dass ein erfolgreiches Management der Rothirsche im Solothurner Mittelland nur dann möglich ist, wenn Ziele und Massnahmen mit den anderen betroffenen Kantonen abgestimmt sind. Aufgrund dessen muss die Erarbeitung eines interkantonalen Management- und Bejagungskonzeptes für den Rothirsch im gesamten Bereich des zentralen Schweizer Mittellandes im Zentrum stehen. Der Einbezug der Nachbarkantone Bern und Aargau, allenfalls Luzern, ist hier von grundlegender Bedeutung.

Koordiniert werden muss jedoch nicht nur die Bejagung der Rothirsche, sondern ebenfalls das Monitoring der Bestände. Ein zwischen den Kantonen und Regionen standardisiertes und koordiniertes Rothirsch-Monitoring als Ausgangspunkt für eine quantitative Jagdplanung ist unumgänglich. Es ist aus jagdplanerischer Sicht eine zwingende Notwendigkeit, dass Bestandenserhebungen, v.a. im Frühjahr, wenn ein Teil der Rothirsche auch im Mittelland migriert, koordiniert in allen Regionen an denselben Daten mit denselben Methoden durchgeführt werden. Ansonsten ist der Rothirsch-Bestand im Mittelland bzw. dessen Entwicklung nicht zuverlässig zu erfassen.

Kurzfristig ist aufgrund der derzeit vermeintlich kleinen Population die Beibehaltung des Jagdmoratoriums auf den Rothirsch im Mittelland von grosser Wichtigkeit.

## Lebensraum-Management

Mittelfristig sollte im Kanton Solothurn eine Beruhigung der Rothirsch-Lebensräume angestrebt werden. Dies v.a. tagsüber, wo die Rothirsche Ruhe und Deckung suchen. Besonders beachtet werden sollten häufig genutzte Tageseinstände, sowie traditionelle Setz- und Brunfteinstände. Letztere sind für den Mittelland-Bereich im Kanton Solothurn derzeit jedoch noch keine bekannt. Die Ausscheidung von Wildruhezonen kann eine Möglichkeit sein, speziell sensible Gebiete für die Rothirsche zu beruhigen.

Regional kann die zielgerichtete Schaffung bzw. der Erhalt von Verjüngungsflächen und Dickungen innerhalb der Wälder als Rückzugsorte der Rothirsche während des Tages in Betracht gezogen werden.

Zur Förderung des Austauschs der Rothirsche mit angrenzenden Regionen (Jura, Voralpen) sowie auch innerhalb des Mittellandes selbst steht die Sanierung wichtiger Wildtierkorridore im Vordergrund.

Für den Austausch mit Jura von besonderer Bedeutung sind:

- SO 09 über A1 (überregional)
- SO 3 über A1 (überregional)
- SO 06 / BE 09 über A1 (überregional)
- SO 31 / AG 17 über A1 (überregional)
- SO 12 (überregional).

Für den Austausch mit den Voralpen:

- SO 10 / AG 18 (überregional).

Zur Verbesserung der Mobilität der Rothirsche innerhalb des Mittellandes:

- SO 3 über A1 (überregional)
- SO 28 über A1 (regional).

Die Durchgängigkeit für die meisten der übrigen Wildtierkorridore im Solothurner Mittelland ist für die Rothirsche zurzeit gegeben. Ausgenommen sind der SO 29 und der SO 30; diese gelten als weitgehend unterbrochen und sind kaum noch sanierbar. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass sich hier die Situation nicht verschlechtert. Situativ können weitere Massnahmen zur Verbesserung der Vernetzung sinnvoll sein.

## **Generelle Massnahmen zur Förderung der Mobilität von Rothirschen im Mittelland**

Grosse, eingezäunte Verkehrsträger wie Autobahnen und allenfalls mehrspurige Bahnlinien sind von den Rothirschen, im Gegensatz zu den kleineren Verkehrsträgern im Mittelland, kaum zu überwinden. Solche Objekte müssen deshalb, wo angebracht, mittels Grünbrücken oder Wildtier-Unterführungen passierbar gemacht werden.

Dichte Siedlungsgürtel beeinträchtigen die weiträumigen Bewegungen der Rothirsche vehement. Deshalb favorisieren sie bei ihren grossräumigen Verschiebungen generell siedlungsfreie und -ferne Bereiche (Kapitel 5). Besonders wichtig ist daher das Offenhalten bis anhin siedlungsfreier Zonen. Innerhalb der wichtigen Wildtierkorridore darf es deshalb kein fortschreitendes Zusammenwachsen der derzeitigen Siedlungen geben.

Mit Blick auf die Schaffung natürlicher Vernetzungselemente scheint die Pflanzung schmaler Hecken- oder Baumreihen keinen beobachtbaren, positiven Effekt auf die Ortsverschiebungen der Rothirsche zu haben. Zur Förderung der Mobilität der Rothirsche bedarf es dazu eher ganzer Waldstreifen. So hat sich gezeigt, dass sich Rothirsche bevorzugt innerhalb der Wälder bewegen, während Hecken und Feldgehölze keinen Einfluss auf die Bewegungen der Rothirsche hatten (Kapitel 5).

Weiter sollten innerhalb wichtiger Wildtierkorridore und traditionell häufig genutzter Austrittsgebiete hohe Zäune (> 1.5 m), sofern überhaupt vorhanden, nach Möglichkeit entfernt werden. Die Zäune stellen mit zunehmender Höhe ein Hindernis für Rothirsche dar. Normale Weidezäune können Rothirsche indes problemlos überspringen.

Die Rothirsche queren v.a. während ihren weitläufigen Ortsverschiebungen häufig auch grössere Gewässer, wie z.B. die Aare. Entsprechend ist es von Bedeutung Uferböschungen wildtierfreundlich zu gestalten. Das heisst, dass Steilufer und Uferverbauungen an entsprechenden Wildwechseln zu entfernen sind, um den Rothirschen den Ein- und Ausstieg in die Gewässer zu ermöglichen.

## **Massnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit**

Häufig genutzte Wildwechsel über stark und schnell befahrene Strassen ergeben ein hohes Unfall-Risiko für Mensch und Tier. Aufgrund ihrer Körpergrösse und des grossen Gewichts stellen Kollisionen mit Rothirschen ebenfalls für die Fahrzeuginsassen eine erhebliche Gefahr dar. Heikle Strassenabschnitte sollten daher mit technischen Hilfsmitteln ausgerüstet werden, um Kollisionen mit Rothirschen zu vermeiden.

## 8 SYNTHESE



Abb. 8.1. ‚Quo vadis Rothirsch?‘ Im Bild der besenderte Rothirsch Yano am Waldrand nahe von Kestenholz (SO). Fotofallen-Aufnahme vom 29. August 2013.

## Zusammenfassung der Erkenntnisse

### **Bestandescharakteristika**

In Bezug auf Grösse und Struktur der Population lässt sich sagen, dass der Rothirsch-Bestand im Bereich des Berner und Solothurner Mittellandes derzeit nur wenige Tiere umfasst und daher als sehr klein eingestuft werden muss. Die Rothirsche im Mittelland weisen jedoch grundsätzlich eine zu grösseren Beständen vergleichbare Struktur auf. So können im Mittelland Vertreter aller Geschlechts- und Altersklassen beobachtet werden. Zudem kommt es auch im Mittelland zu einer jahreszeitlichen Segregation nach Geschlecht. Aufgrund der kleinen Anzahl an Individuen sind die beobachteten Gruppengrössen generell relativ klein. Die intensive Überwachung hat ferner zutage gebracht, dass sich die Rothirsche im Mittelland erfolgreich fortpflanzen. Offen ist jedoch, ob die Population längerfristig selbsttragend ist, und welche Bedeutung der Migration mit den südlich gelegenen Beständen im Emmental und den Voralpen zukommt. Das vermeintlich fehlende Wachstum und die teilweise hohe jährliche Mortalität werfen die Frage nach der Überlebensfähigkeit der Rothirsche im Mittelland auf.

### **Raumnutzung und Habitatwahl**

Die Analysen zur Raum- und Habitatnutzung anhand der GPS-besenderten Rothirsche zeigen spektakulär – wenn auch exemplarisch – auf, wie sich Rothirsche im Mittelland auf ganz individuelle Weise mit den dortigen Bedingungen arrangieren können. Auch wenn sich die Rothirsche im Mittelland in vielen Aspekten ihres Verhaltens vergleichbar zu ihren Artgenossen in den Berggebieten verhalten, so treten teils doch sehr spezielle und vor allem auch unerwartete Muster auf. Saisonale Migration ist demnach auch bei Rothirschen im Mittelland zu beobachten, wobei nicht unwahrscheinlich ist, dass es auch hier stationäre Rothirsche gibt. Kennzeichnend für Rothirsche im Mittelland ist, dass sie ihre Aufenthaltsgebiete öfter grossräumig verlegen und dadurch ein vergleichsweise unstetes Raumverhalten an den Tag legen. Denkbar ist, dass dies eine Strategie ist, um mit der allgegenwärtigen Präsenz des Menschen in einer fragmentierten, dichtbesiedelten und stark genutzten Landschaft zurechtzukommen. Schliesslich scheinen die Rothirsche im Mittelland nicht weitläufig abgeschiedene Ungestörtheit zu suchen, wie dies ihre Artgenossen in den Voralpen tun, sondern sie wählen kleinräumig geeignete Habitate aus, die ihnen tagsüber guten Sichtschutz bieten. Diese können dann ohne weiteres relativ nahe an menschlichen Einrichtungen wie Siedlungen, Fuss- und Verkehrswegen liegen. Für die Wahl der Tageseinstände ist der Wald zwar auch im Mittelland von Bedeutung. Das Beispiel von Wika hat allerdings eindrücklich gezeigt, dass sich Rothirsche im Mittelland zumindest während des Sommers bis in den Herbst hinein, gänzlich ausserhalb des Waldes aufhalten können, falls hochwüchsige landwirtschaftliche Kulturen vorhanden sind, die einen geeigneten Sichtschutz bieten. Mit Blick auf die Vernetzung von Lebensräumen haben die Analysen ferner ergeben, dass die Rothirsche im Mittelland tendenziell siedlungsferne und bewaldete Gebiete für ihre grossräumigen Ortsverschiebungen bevorzugen. Das Vorhandensein von Hecken im Offenland scheint keinen wesentlichen Einfluss auf die Bewegungen der Rothirsche zu haben. Generell nutzen die Rothirsche bevorzugt die ausgeschiedenen regionalen und überregionalen Wildtierkorridore in der Region um sich zu verschieben.

## **Einfluss der Rehjagd**

Der Vergleich der Jagd-Daten mit den Bewegungen der besenderten Rothirsche im Kanton Bern deutet darauf hin, dass die Rehjagd zumindest zeitweilig zum weiträumigen Verlassen von Rothirsch-Einständen führen kann. Mit Blick auf die Wiederbesiedlung geeigneter Lebensräume durch den Rothirsch, ist daher nicht auszuschliessen, dass selbst die Jagd auf andere Tierarten dazu beitragen kann, dass Rothirsche regional nur langsam Fuss fassen. Soll der Rothirsch regional gefördert oder jahreszeitlich gelenkt werden, so kann es unter Umständen sinnvoll sein die Jagd als Gesamtes (d.h. nicht nur auf den Rothirsch) räumlich und zeitlich entsprechend anzupassen.

## **Rothirsch-Situation im Kanton Solothurn**

In Bezug auf die Rothirsch-Situation im Kanton Solothurn hat die vorliegende Untersuchung schliesslich verschiedene Punkte zutage gebracht, welche für das Management, den Schutz und die Förderung der Rothirsche von Bedeutung sind. Aufgrund des grossräumigen Raumnutzungsverhaltens der Rothirsche im Bereich des Solothurer Mittellands ist klar, dass ein erfolgreiches Management der Rothirsche nur durch die Koordination und Absprache mit den benachbarten Kantonen möglich ist. Dies betrifft einerseits die gemeinsame Erhebung der Rothirschbestände, andererseits aber ebenfalls die Abstimmung der jagdlichen Regulierung. Lokal von Bedeutung sind zudem die Verbesserung und der Schutz geeigneter Lebensräume und die Vernetzung der Rothirsch-Bestände im Mittelland mit den angrenzenden Gebieten in den Voralpen und dem Jura. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Aufwertung bzw. Sanierung eingeschränkter oder unterbrochener Wildtierkorridore zu richten. Das gilt besonders für die Querung der Autobahn A1. Auch wenn aufgrund einzelner Ereignisse bekannt ist, dass Rothirsche die Autobahn überqueren (bzw. es versuchen), ist die Barrierewirkung der A1 für die Ausbreitung des Rothirschs nach wie vor vorhanden.

## **Relevanz der Erkenntnisse**

Die vorliegende Studie beinhaltet wesentliche neue Erkenntnisse zum Rothirsch im schweizerischen Mittelland. Besonders aufschlussreich sind die Analysen basierend auf den GPS-Daten, welche von den drei besenderten Rothirschen im Mittelland stammen. Die Einblicke, welche durch diese besenderten Tiere gewonnen wurden, sind einzigartig. Sie erweitern unser bisheriges Verständnis der Rothirsch-Ökologie, welches bis anhin immer auf Rothirschen in den Berggebieten fundierte, nämlich sprunghaft. Dennoch, die Kenntnisse, welche basierend auf den drei Senderhirschen erarbeitet wurden, erlauben derzeit nur einen eingeschränkten, exemplarischen Blick auf die Rothirsche im Mittelland. So ist es durchaus möglich und gar wahrscheinlich, dass das effektive Spektrum an beobachtbarem Verhalten in der Mittelland-Population zumindest mit Bezug auf die Raumnutzung und die Habitatwahl noch deutlich grösser sein dürfte, als was wir mit der beschränkten Anzahl an Senderhirschen bisher feststellen konnten. Insofern stellt sich sogleich auch die Frage, wie repräsentativ die gemachten Beobachtungen für die Rothirsche im schweizerischen Mittelland sind? Und auch welche weiterführenden Schlussfolgerungen und allenfalls Massnahmen sich daraus ableiten lassen? Wohlwissend, dass ein solides Grundverständnis zur Ökologie von grossen und konfliktbeladenen Wildtieren wie dem Rothirsch unerlässlich ist, um diese in einer ihrer Lebensweise entsprechenden Art und Weise zu managen, bedarf es demnach wohl weiterer informativer Daten, um die unbekanntenen Wissenslücken befriedigend zu schliessen.

## Ausblick

Das weitere Vorgehen in Bezug auf die Rothirsche im Berner und Solothurner Mittelland ist auf zwei Ebenen zu betrachten. Einerseits enthält die vorliegende Studie bereits jetzt schon wichtige und unbestrittene Erkenntnisse, welche für die praktische Umsetzung von Nutzen sind. Diese daraus resultierenden Massnahmen sollten denn auch möglichst rasch im Management des Rothirschs Eingang finden. Andererseits bestehen nach wie vor grosse Wissenslücken im Zusammenhang mit dem Rothirsch im Mittelland, die zunächst noch beantwortet werden müssen, bevor daraus allgemeingültige Management-Vorgaben abgeleitet werden können.

### **Direkt umsetzbare Massnahmen**

Als direkt umsetzbare Massnahmen basierend auf den Erkenntnissen dieser Studie erachten wir folgende Punkte:

- Aufgrund der weitläufigen Raumnutzung der Rothirsche im Mittelland ist zwingend ein zwischen den Nachbarkantonen bzw. -regionen koordiniertes Monitoring aufzubauen, um die Bestände realistisch zu erheben. Die Abgrenzung des Perimeters hat aufgrund einer für den Rothirsch sinnvollen Wildraum-Definition zu erfolgen. Basierend auf den bisherigen Erkenntnissen umfasst dies vermutlich den Mittellandbereich der Kantone Bern, Solothurn, Aargau und Luzern, sowie den südlich vorgelagerten Voralpen-Bereich.
- Weil der Rothirsch-Bestand im Bereich des Berner und Solothurner Mittellandes derzeit sehr klein ist, sollte das bestehende Jagdmoratorium der Kantone Bern und Solothurn bis auf weiteres beibehalten werden. Ausgehend von der weitläufigen Raumnutzung der Rothirsche steht gar eine Harmonisierung mit den beiden Nachbarkantonen Aargau und Luzern zur Diskussion.
- Die Sanierung der eingeschränkten oder gar unterbrochenen Wildtierkorridore sollte in den nächsten Jahren weiter vorangetrieben werden, besonders zur Querung der A1.
- Regional sind Lebensraumaufwertungen und Lebensraumberuhigungen in Betracht zu ziehen. Dies insbesondere im Bereich der Tageseinstände der Rothirsche. Zudem sind dort, wo Rothirsche Strassen queren, Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit umzusetzen.

## Zukünftige Grundlagenerarbeitung

Weil die bestehenden Erkenntnisse derzeit nur einen eingeschränkten Blick auf die Ökologie der Rothirsche im Mittelland erlauben, und diese möglicherweise kaum ausreichend sind, um allgemeingültige Massnahmen zum Rothirsch im Mittelland zu formulieren, soll die Erarbeitung der bisherigen Grundlagen fortgeführt werden.

Fokussiert werden soll unseres Erachtens dabei auf folgende Themenbereiche:

- **Raumverhalten:** Hier besteht weiterhin Erkenntnisbedarf im Zusammenhang mit der weitläufigen Raumnutzung der Rothirsche. Diese bildet den Grundstein für ein angepasstes Management der Rothirsche, begonnen mit dem Monitoring bis hin zu einer sinnvollen und effektiven jagdlichen Regulierung (siehe oben).
- **Verbindung zu Beständen im südlich gelegenen Emmental/Entlebuch und Voralpen:** Aufgrund des weitläufigen Raumverhaltens der Rothirsche (siehe voriger Punkt) ist es für das Management der Bestände im Mittelland von überragender Bedeutung zu wissen, ob und in welcher Form die Rothirsche hier in Verbindung stehen mit den Beständen in anderen Regionen. Generell offen ist derzeit, inwiefern die Bestände im Mittelland von denjenigen in den Voralpen zahlenmässig abhängen. Konkret, welche Rolle spielen Ein- und Auswanderung in die benachbarten Gebiete für die Entwicklung und den Fortbestand der Mittelland-Population? Neben der Analyse der Raumnutzung kommen für die Beantwortung solcher Fragen auch genetische Methoden in Frage, die im Rahmen des vorliegenden Projekts erst ansatzweise angegangen werden konnten.
- **Habitatwahl.** Um die Lebensraumsprüche der Rothirsche im Mittelland zu verstehen, bedarf es weiterer quantitativer Grundlagen zur Habitatwahl der Rothirsche. Eine verbesserte Kenntnis der Habitatwahl-Kriterien für Rothirsche im Mittelland stellt die Basis für gezielte Lebensraumverbesserungen dar (z.B. durch Aufwertung oder Beruhigung). Zudem sind solche Informationen notwendig um Verbreitungspotenziale für Rothirsche in vergleichbaren Lebensräumen in anderen Regionen des schweizerischen Mittellandes realistisch abzuschätzen.
- **Einfluss der Jagd.** Ausgeweitet sollten unserer Ansicht nach ebenfalls die Grundlagen zum Einfluss der Jagd auf die Rothirsche. Dies erscheint gerade im Hinblick auf die fortschreitende Wiederbesiedlung der Rothirsche im Mittelland und im nördlichen Jura von Bedeutung zu sein.
- **Einfluss von Störungen/Verkehr auf Reproduktion und Mortalität.** Angesichts des stark fragmentierten, vom Mensch genutzten Lebensraums stellt sich die Frage, ob die Rothirsche im Mittelland nicht unmittelbar unter den Folgen menschlicher Präsenz und Aktivitäten leiden. Die Relevanz dieser Frage ergibt sich aus der Beobachtung, wonach die Entwicklung des Rothirsch-Bestands im Mittelland seit Beginn der Studie mehr oder weniger stagnierte. Denkbar wäre, dass die Fekundität im Mittelland aufgrund der vorherrschenden Bedingungen (u.a. Stress) reduziert ist, oder auch, dass die Mortalität der Tiere (u.a. durch Verkehr) erhöht ist.

## LITERATUR

- Aebischer N.J., Robertson P.A. & Kenward R.E. (1993). Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology* 74, 1313-1325.
- Allen A.M., Mansson J., Jarnemo A. & Bunnefeld N. (2014). The impacts of landscape structure on the winter movements and habitat selection of female red deer. *European Journal Of Wildlife Research* 60, 411-421.
- Baumann M. & Imesch N. (2010). Jagdplanung bei Reh, Gämse und Rothirsch. *In: Wald und Wild - Grundlagen für die Praxis*. Bundesamt für Umwelt, Bern, 123-166.
- Baumann M., Muggli J., Thiel D., Thiel-Egenter C., Thürig M., Voerly P., Widmer P.A. & Zimmermann U. (2012). Jagen in der Schweiz. Auf dem Weg zur Jagdprüfung. Salm Verlag, Wohlen/Bern.
- Benhamou S. (2011). Dynamic approach to space and habitat use based on biased random bridges. *Plos One* 6.
- Benhamou S. & Cornelis D. (2010). Incorporating movement behavior and barriers to improve kernel home range space use estimates. *Journal Of Wildlife Management* 74, 1353-1360.
- Boldt A. & Willisch C. (2014). Hirschkuh Regina. Dokumentation der Lokalisationen 2013/14. FaunAlpin, Bern.
- Caléngé C. (2006). The package "adehabitat" for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197, 516-519.
- Caléngé C. (2011). Home Range Estimation in R: the adehabitatHR Package. CRAN, 1-61.
- Caléngé C., Dufour A.B. & Maillard D. (2005). K-select analysis: a new method to analyse habitat selection in radio-tracking studies. *Ecological Modelling* 186, 143-153.
- Camenzind R. & Baumann F. (2007). Konzept zum Abbau von Verbreitungshindernissen für Wildtiere im Kanton Bern.
- Clutton-Brock T.H., Guinness F.E. & Albon S.D. (1982). Red deer. Behavior and ecology of two sexes. University of Chicago Press, Chicago.
- Conner M.M., White G.C. & Freddy D.J. (2001). Elk movement in response to early-season hunting in northwest Colorado. *Journal Of Wildlife Management* 65, 926-940.
- Georgii B. (1980). Home range patterns of female red deer (*Cervus elaphus* L) in the Alps. *Oecologia* 47, 278-285.
- Georgii B. (1981). Activity patterns of female red deer (*Cervus elaphus* L) in the Alps. *Oecologia* 49, 127-136.
- Godvik I.M.R., Loe L.E., Vik J.O., Veiberg V., Langvatn R. & Mysterud A. (2009). Temporal scales, trade-offs, and functional responses in red deer habitat selection. *Ecology* 90, 699-710.
- Haller H. (2002). Der Rothirsch im Schweizerischen Nationalpark und dessen Umgebung. Eine alpine Population von *Cervus elaphus* zeitlich und räumlich dokumentiert. SANW, Zernez.
- Haller H. & Haller R. (2002). Einstände der Teilpopulation Trupchun. *In: Der Rothirsch im Schweizerischen Nationalpark und dessen Umgebung* (ed. Haller H). SANW, Zernez, 71-114.
- Hummel S. (2013). Charakterisierung von Rothirschtageseinständen im Schweizer Mittelland während des Sommers. ZHAW, Wädenswil.

- 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 in 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.
- Jayakody S., Sibbald A.M., Gordon I.J. & Lambin X. (2008). Red deer *Cervus elaphus* vigilance behaviour differs with habitat and type of human disturbance. *Wildlife Biology* 14, 81-91.
- Jeppesen J.L. (1987). Impact of human disturbance on homerange, movements and activity of red deer (*Cervus elaphus*) in a Danish environment. *Danish Review of Game Biology* 13, 1-38.
- Jiang G., Zhang M. & Ma J. (2007). Effects of human disturbance on movement, foraging and bed selection in red deer *Cervus elaphus xanthopygus* from the Wandashan Mountains, northeastern China. *Acta Theriologica* 52, 435-446.
- Kuehn R., Haller H., Schroeder W. & Rottmann O. (2004). Genetic roots of the red deer (*Cervus elaphus*) population in eastern Switzerland. *Journal Of Heredity* 95, 136-143.
- Luccarini S., Mauri L., Ciuti S., Lamberti P. & Apollonio M. (2006). Red deer (*Cervus elaphus*) spatial use in the Italian Alps: home range patterns, seasonal migrations, and effects of snow and winter feeding. *Ethology Ecology & Evolution* 18, 127-145.
- Manly B.F.J., McDonald L.L., Thomas D.L., McDonald T.L. & Erickson W.P. (2002). *Resource selection by animals*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Mattioli S. (2011). Family Cervidae (Deer). *In: Handbook of the mammals of the world. Vol. 2. Hoofed mammals.* (eds. Wilson D.E. & Mittermeier R.A.). Lynx Edicions Barcelona.
- Meisingset E.L., Loe L.E., Brekkum O., Van Moorter B. & Mysterud A. (2013). Red deer habitat selection and movements in relation to roads. *Journal Of Wildlife Management* 77, 181-191.
- Müri H., Mosler C., Wernli R., Gremminger T. & Voser P. (2010). *Grundlagenbericht Wildtierkorridore*. Umwelt Aargau, 1-96.
- Patthey P. (2003). Habitat and corridor selection of an expanding red deer (*Cervus elaphus*) population. *Université de Lausanne, Lausanne*.
- Perez-Espona S., Perez-Barberia F.J., McLeod J.E., Jiggins C.D., Gordon I.J. & Pemberton J.M. (2008). Landscape features affect gene flow of Scottish Highland red deer (*Cervus elaphus*). *Molecular Ecology* 17, 981-996.
- Pinheiro J.C. & Bates D.M. (2000). *Mixed-effects models in S-Plus*. Springer Verlag, New York.
- Reimoser F., Duscher T. & Duscher A. (2014). Rotwildmarkierung im Dreiländereck, (Vorarlberg, Fürstentum Liechtenstein, Kanton Graubünden). *Endbericht 2014. Teil A – Datenauswertung*. Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie, Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Reimoser F., Duscher T. & Duscher A. (2015). Rothirsch im Rätikon. Drei Länder, drei Jagdsysteme, eine Wildart. *Ergebnisse der Rotwildmarkierung im Dreiländereck Vorarlberg, Fürstentum Liechtenstein und Kanton Graubünden*.
- Righetti A. (1995). *Cervus elaphus* L., 1758. *In: Säugetiere der Schweiz. Verbreitung, Biologie, Ökologie.* (ed. Hausser J.). Birkhäuser Verlag Basel, 433-439.
- Schmidt K. (1993). Winter ecology of nonmigratory alpine red deer. *Oecologia* 95, 226-233.

- Sibbald A.M., Hooper R.J., McLeod J.E. & Gordon I.J. (2011). Responses of red deer (*Cervus elaphus*) to regular disturbance by hill walkers. *European Journal Of Wildlife Research* 57, 817-825.
- Stache A., Loettker 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 and Norway spruce. *Silva Gabreta* 18, 35-48.
- Sunde P., Olesen C.R., Madsen T.L. & Haugaard L. (2009). Behavioural responses of GPS-collared female red deer *Cervus elaphus* to driven hunts. *Wildlife Biology* 15, 454-460.
- Szemethy L., Matrai K., Biro Z. & Katona K. (2003). Seasonal home range shift of red deer in a forest-agriculture area in southern Hungary. *Acta Theriologica* 48, 547-556.
- Tolon V., Chenesseau D., Ferrier C., Fisher C., Bombois J., Said S. & Patthey P. (2014). Interreg Cerf IVA. Observatoire : Le cerf sur le massif jurassien. Rapport scientifique.
- Weber D., Martinez N. & Graute S. (2008). Wildtierkorridore im Kanton Solothurn: Räumliche Ausscheidung und Massnahmenvorschläge. Hintermann & Weber, Rodersdorf.
- Willisch C. & Boldt A. (2012). Ökologie und Verhalten des Rothirsches im Schweizer Mittelland. Evaluation Fangsaison 2011-12. Faunalpin, Bern.
- Willisch C. & Boldt A. (2014). Projekt Mittelland-Hirsch. Tätigkeitsbericht 2014. Faunalpin, Bern.
- Willisch C., Boldt A., Bieri K. & Hummel S. (2013). Ökologie und Verhalten des Rothirsches im Schweizer Mittelland. Zwischenbericht 2013. Faunalpin, Bern.
- Willisch C., Marreros N., Bieri K. & Boldt A. (2011). Rothirschförderung im Jurabogen mittels Übersiedlungen an der A1. Schlussbericht. Faunalpin, Bern.
- Willisch C., Marreros N., Bieri K. & Boldt A. (2012). Interkantonales Rothirsch-Projekt FR-BE-VD. Raumnutzung der Rothirsche. Faunalpin, Bern.
- Worton B.J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70, 164-168.
- Zweifel-Schielly B., Kreuzer M., Ewald K.C. & Suter W. (2009). Habitat selection by an Alpine ungulate: the significance of forage characteristics varies with scale and season. *Ecography* 32, 103-113.
- Zweifel-Schielly B., Leuenberger Y., Kreuzer M. & Suter W. (2012). A herbivore's food landscape: seasonal dynamics and nutritional implications of diet selection by a red deer population in contrasting Alpine habitats. *Journal Of Zoology* 286, 68-80.