

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN

**RAUM-ZEIT-SYSTEM DES ROTHIRSCHES
IM WILDNIS PARK ZÜRICH UND DESSEN UMGEBUNG**

Masterarbeit

von

Thomas Rempfler

Masterstudiengang 2011 - 2013

Abgabedatum 13.09.2013

Studienrichtung Natural Resource Sciences

Fachkorrektoren:

Prof. Dr. sc. ETH Graf, Roland Felix

Dozent Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA

des Instituts Umwelt und Natürliche Ressourcen der ZHAW, Wädenswil

Dr. Suter, Stefan

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA

des Instituts Umwelt und Natürliche Ressourcen der ZHAW, Wädenswil

Impressum

Schlagworte:

Rothirsch, Wildnispark Zürich, Raum-Zeit-System, Monitoring, Fotofalle, Befragung, Habitatmodell

Zitiervorschlag:

Rempfler T. 2013. Raum-Zeit-System des Rothirsches im Wildnispark Zürich und dessen Umgebung. Masterarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Wädenswil. pp. 33 ohne Anhänge.

Adresse:

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR

Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA

Schloss

8820 Wädenswil

Abstract

Red deer *Cervus elaphus* L. were largely extinct in Switzerland by the 19th century. However, the species has been dispersing from the Alps and Alpine foothills in recent times and is currently recolonising the Swiss Midlands. In the Wildnispark Zürich (WPZ), their numbers have been increasing for approximately 20 years. The aim of this study was to describe the temporal and spatial distribution of red deer in the WPZ and its surroundings. In addition, population size, the composition of the population and dispersal routes were investigated.

Though centred around WPZ, the study area extended from Zurich in the west to Lachen in the east (canton Schwyz), and to the Rossberg in the south. Interviews were conducted with experts regarding evidence of deer presence over the whole study area. Shot animals, damage on trees caused by antlers, scats, peeled bark, wallows, tracks, direct observations and photographs were regarded as evidence of presence. In addition I conducted a monitoring program using camera traps in the Sihlwald. Nineteen camera traps provided data from the end of November 2012 until mid May 2013. Cantonal hunting statistics from 1999 to 2012 completed the dataset. An existing habitat model in GIS based on expert opinion enabled extrapolation of spatial information.

The camera traps took pictures of one eightpointer and two male yearlings. Considering that females and calves could not be individually identified, and some images were of insufficient quality, I estimated an absolute abundance of five to twelve individuals.

Interviews and hunting statistics showed a peak in deer presence in the 1980's. After a decrease in numbers, they have increased continuously since 2010. The main areas of distribution are Canton Schwyz, Höhrnen, Morgartenberg, south-western area of Aegerisee including Hürital, Zugerberg, Baarburg and Albis range, particularly the Sihlwald. The habitat model showed suitable conditions for red deer in all these areas. Therefore, it would be expected that other suitable areas indicated by the model will also be colonised by red deer. However, this may not necessarily be the case since the model judges landscapes but does not take into account interrupted dispersal corridors, for example. By contrast, respondents were able to roughly describe intact migration routes and to connect the main areas of distribution. In the Sihlwald, red deer show a year-round presence. The fact that only few photos were taken by the camera traps in January, February, April and May indicates that homeranges of deer extend beyond the Sihlwald at least during these months.

Camera trapping provided 31 photos of red deer in 11 out of 19 locations. Red deer react sensitively to human disturbance. Therefore, it was expected that - in proportion to the number of traps - traps inside the core area would provide more photos of the animals than cameras outside, because human activities are regulated inside this area. Camera trapping has confirmed this trend. Furthermore, photos of red deer were taken exclusively between 02:00 p.m. and 06:00 a.m. (European wintertime), which indicates a typically nocturnal lifestyle. This behaviour can also be interpreted as an adaptation to human activities.

Additional studies are necessary to obtain a more detailed insight into spatial and temporal patterns of red deer activity in the WPZ. Continuing camera trapping for another year might give a better insight into seasonal differences. Furthermore, telemetry studies are suitable to describe behaviour at a finer scale. In addition, exact dispersal routes might become visible. Genetic methods are used to estimate population size (mini-satellites), but also to identify population structure (micro-satellites and mitochondrial DNA). This might permit inferences about connections between populations in and around Sihlwald, and shed light on where these red deer originally came from.

Zusammenfassung

Der Rothirsch *Cervus elaphus* L. war im 19. Jahrhundert in der Schweiz weitgehend ausgerottet. Ausgehend von den Alpen und Voralpen breitet er sich heute aus und besiedelt auch das Mittelland wieder. Im Wildnispark Zürich (WPZ) ist er seit ca. 20 Jahren vermehrt anzutreffen. Ziel dieser Studie war es, die Verbreitung des Rothirsches im WPZ und dessen Umgebung zeitlich und räumlich zu beschreiben. Weiter waren Bestandesgrösse, Bestandeszusammensetzung und Wanderrouten aufzuführen.

Das Untersuchungsgebiet umgab den WPZ grossräumig und erstreckte sich von der Stadt Zürich im Osten bis nach Lachen (Kanton Schwyz), und im Süden bis zum Rossberg. Die Datenerhebung erfolgte im gesamten Perimeter über Befragungen von Fachkundigen zu Hirschnachweisen, im Sihlwald zusätzlich über ein Fotofallenmonitoring. Als Nachweise galten jagdliche Abschüsse, Fallwild, eindeutig zuordnungsbares Fegestellen, Losung, Schälschäden, Suhlen, Trittsiegel, Sichtbeobachtungen und Fotos. Das Monitoring generierte mit 19 Fotofallen Daten von Ende November 2012 bis Mitte Mai 2013. Die Kantonalen Jagd- und Fallwildstatistiken aus den Jahren 1999 bis 2012 ergänzten die Datenaufnahme. Ein übernommenes GIS-gestütztes Habitatmodell, das auf Expertenmeinungen beruhte, stellte die erhobenen Informationen in einen räumlichen Bezug.

Im Fotofallenmonitoring waren ein Achtender und zwei Spiesser eindeutig zu identifizieren. Unter Berücksichtigung der Nicht-Identifizierbarkeit weiblicher Individuen und Jungtiere sowie teilweise unzureichender Bildqualität, schätzte ich den Bestand aufgrund der Fotos auf fünf bis zwölf Individuen.

Aus den Befragungen sowie den Jagd- und Fallwildstatistiken ging hervor, dass die Hirschnachweise nach einem Zwischenhoch in den 1980er Jahren wieder abnahmen und erst seit dem Jahr 2010 anhaltend zunehmen. Als Hauptverbreitungsgebiete stellten sich der Kanton Schwyz, der Höhrnonen, der Morgartenberg, die Gebiete südwestlich des Aegerisees inkl. Hürital, der Zugerberg, die Baarburg und die Albiskette, insbesondere der Sihlwald heraus. Alle diese Gebiete bewertete das Habitatmodell mit für den Hirsch geeigneten Bedingungen. Folglich liegt die Erwartung nahe, dass auch weitere, gemäss Modell günstige Lebensräume vom Rothirsch besiedelt werden. Diese muss aber nicht zwingend erfüllt werden, da das Modell zwar die Landschaft bewertet, aber z.B. unterbrochene Ausbreitungsachsen nicht berücksichtigt. Hingegen konnten die Befragten intakte Wanderrouten grob bezeichnen und dabei im Wesentlichen die Hauptverbreitungsgebiete untereinander verbinden. Der Rothirsch kommt im Sihlwald ganzjährig vor, wobei die spärlichen Fotofallennachweise in den Monaten Januar, Februar, April und Mai dafür sprechen, dass der Lebensraum der Hirsche zumindest in diesen Monaten über den Sihlwald hinausreicht.

Die Fotofallen lieferten an 11 der 19 Standorte insgesamt 31 Rothirschnachweise. Aufgrund der Empfindlichkeit des Hirschs gegenüber menschlichen Störungen war zu erwarten, dass im Verhältnis zur Anzahl Fallen innerhalb der Kernzone, in der menschliche Aktivitäten durch Besucherlenkungsmaßnahmen reguliert sind, mehr Hirschnachweise gelingen würden als ausserhalb. Das Fotofallenmonitoring hat dies tendenziell bestätigt. Weiter lieferte es ausschliesslich Nachweise zwischen 14:00 Uhr und 06:00 Uhr (Europäische Winterzeit), was auf eine recht ausgeprägte Nachtaktivität hindeutet. Auch dieses Verhalten kann als Anpassung an die menschlichen Aktivitäten interpretiert werden.

Für detailliertere Erkenntnisse zum Raum-Zeit-System des Rothirsches im Wildnispark Zürich sind zusätzliche Untersuchungen nötig. Zum einen dürfte das Fortführen des Fotofallenmonitorings während eines weiteren Jahres einen vertieften Einblick in saisonale Unterschiede ermöglichen. Telemetriestudien sind darüber hinaus geeignet, das Verhalten von Wildtieren auf einer feineren Skala zu beschreiben. Weiter werden daraus exakte Wanderrouten sichtbar. Genetische Methoden werden zur Bestandesschätzung (Minisatelliten), aber auch zur Identifizierung von Populationen eingesetzt (Microsatelliten und mitochondriale DNA), woraus zu schliessen wäre, mit welchen anderen Populationen die Hirsche im Sihlwald in Verbindung stehen oder standen, und wo sie ursprünglich herkamen.

Dank

Die vorliegende Masterarbeit entstand in einem lehrreichen Prozess über zwei Jahre. Von Beginn der ersten konzeptionellen Überlegungen bis zur Schlussfassung dieses Berichts durfte ich auf breite Unterstützung zählen. Dafür möchte ich mich herzlich bedanken!

Für die Entwicklung der Fragestellungen und des methodischen Vorgehens, für das Einrichten und Durchführen von Feldstudien und Befragungen, für die kritische Beurteilung der Resultate, Auswertungen und Schlüsse sowie für den Zugang zu GIS-Grundlagendaten:

- den beiden Fachkorrektoren Prof. Dr. Roland F. Graf und Dr. Stefan Suter der Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW und ihren Mitarbeitenden Martina Bächtiger, Dr. Claudio Signer und Sandro Stoller sowie dem Zivildienstleistenden Remo Wild,
- dem Geschäftsführer der Stiftung Wildnispark Zürich, Christian Stauffer, und seinen Mitarbeitenden Nicole Aebli und Ronald Schmidt,
- den beiden ortskundigen Jägern Andreas Reifler und Michael Schönholzer.

Für das Ermöglichen und die Mitwirkung bei der Befragung:

- der Leiterin des Amtes für Natur, Jagd und Fischerei des Kantons Schwyz, Claudine Winter, und den Wildhütern Roger Bisig, Andres Bucher und Friedrich Lienert (a. D.) sowie dem Fischereiaufseher Sepp Kälin,
- dem Vorsteher des Amtes für Wald und Naturgefahren des Kantons Schwyz, Theo Weber, und dem Revierförster Ruedi Müller,
- dem Co-Amtsleiter des Amtes für Wald und Wild des Kantons Zug, Dr. Peter Ulmann, und den Forstingenieuren Priska Müller und Werner Heynisch, dem Jagd- und Fischereiaufseher Ernst Suter sowie den Revierförstern Gustav Iten, Hanspeter Nussbaumer und Walter Stauffacher,
- den Förstern der Korporationen, Markus Amhof (Hünenberg/Kl. Frauental), Karl Henggeler (Oberägeri), Werner Stocker (Baar) und Clemens Weiss (Zug),
- dem Adjunkt Jagd der Fischerei- und Jagdverwaltung des Kantons Zürich, Jürg Zinggeler, und dem Wildhüter Zürich West, Stefan Dräyer,
- dem Verantwortlichen der Sektion Waldpflege & -nutzung des Kantons Zürich, Erich Good, den Kreisforstmeistern des Kantons Zürich, Andreas Guggisberg, Dr. Theo Hegetschweiler, Stefan Studhalter und den Revierförstern Eugen Carisch, Flurin Farrer, Ruedi Fluri, Patrick Jordil, Fritz Landolt, Ueli Müller, Robi Püntener, Willi Spörri, Walter Streuli und Damian Wyrsh sowie den Forstmitarbeitern Staatswald Linkes Seeufer, Andreas Elsener und Edwin Hottinger,
- den Vertretern der Jagdgesellschaften: Willy Baumann, Paul Berliat, Max Bodmer, Franz Bugmann, Gilbert De Steffani, Bruno Fuchs, Alfred Füllemann, Hans Gantenbein, Markus Grob, Kaspar Hitz, Roland Hotz, Fabian Kern, Peter Korrodi, Michael Kuenzle, Christian Kühni, Hans Lang, Charles Lehmann, Josef, Leu, Hans Leutwyler, Roland Lutz, Michael Näf, Alex Nägeli, Kari Niederberger, Rolf Nöthiger, Hanspeter Pfister, Hans Rasi, Hanspeter Reifler, Bruno Schicker, François Schwarzenbach, George Scott, Adrian Stutz, Ueli von Rickenbach, Ronald Weisbrod, Heinz Winzeler, Pierre Zinggeler und Hubert Zürcher.

Für Beratung und Unterstützung bei Auswertungen und Interpretationen:

- den Bereichsleitern des Schweizerischen Nationalparks, Dr. Flurin Filli und Dr. Ruedi Haller und ihren Mitarbeitenden und Praktikanten, Dr. Pia Anderwald, Andri Cuonz, Antonia Eisenhut, Tamara Estermann, Domenic Godly, Fabian Kessler, Maja Rapp, Nadja Santer, Christian Schmid und Anna Schweiger.

Ein spezieller Dank gilt Prof. Dr. Klaus Robin, der mich als mein ehemaliger Vorgesetzter dazu ermunterte, diese Ausbildung in Angriff zu nehmen und der mir jederzeit zuverlässig mit Rat zur Seite stand.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Material und Methoden	2
2.1 Perimeter	2
2.2 Datenerhebung	3
2.2.1 Monitoring mit Fotofallen.....	3
2.2.2 Befragung fach- und sachkundiger Personen.....	6
2.2.3 Kantonale Jagd- und Fallwildstatistiken (1999 - 2012)	6
2.3 GIS-gestützte Auswertungsmethoden	7
2.3.1 Raum-Zeit-System des Rothirsches aufgrund der Nachweise	7
2.3.2 Habitatmodell für den Rothirsch.....	7
3. Ergebnisse	8
3.1 Monitoring mit Fotofallen	8
3.2 Befragungen	12
3.2.1 Rothirschnachweise	12
3.2.2 Zusatzinformationen und Einschätzungen der Befragten	13
3.2.3 Wanderrouten des Rothirsches.....	15
3.2.4 Raum-Zeit-System des Rothirsches	17
3.3 Habitatmodell für den Rothirsch	20
3.4 Kantonale Jagd- und Fallwildstatistiken (1999 - 2012)	22
4. Diskussion	23
4.1 Methoden	23
4.1.1 Monitoring mit Fotofallen.....	23
4.1.2 Befragung.....	23
4.2 Fragestellungen	24
4.2.1 Verbreitung des Rothirsches im Wildnispark Zürich	24
4.2.2 Raum-Zeit-System des Rothirsches im Wildnispark Zürich	25
4.2.3 Bestandeszusammensetzung des Rothirsches im Wildnispark Zürich.....	26
4.2.4 Wanderrouten des Rothirsches im Wildnispark Zürich	27
4.3 Ausblick	28
4.3.1 Weiterführen des Fotofallenmonitorings	28
4.3.2 Interdisziplinäres Forschungsprogramm WPZ - Wildhuftiere und Besucher.....	28
4.3.3 Bestandesschätzung, Ausbreitung und Genetik	29
5. Literaturverzeichnis	30
Anhang	
Anhang A: Evaluierte Nachweismethoden	
Anhang B: Verwendete Fotofallen	
Anhang C: Anleitung der Befragung und Kontakte	
Anhang D: Rothirschnachweise aus dem Fotofallenmonitoring	
Anhang E: Tierarten und Beispielbilder aus dem Fotofallenmonitoring	
Anhang F: Aufgabenstellung	
Anhang G: Plagiatserklärung	

1. Einleitung

Der Rothirsch *Cervus elaphus* L. ist zurück. Im 19. Jahrhundert galt er in der Schweiz weitgehend als ausgerottet (Schmidt 1971, Righetti in Hausser et al. 1995). Nach der natürlichen Besiedlung der Alpen und Voralpen (Haller 2002) tritt der Rothirsch heute vermehrt wieder im Mittelland auf. Gründe dafür sind der Ausbreitungsdruck durch anwachsende Populationen in den Berggebieten und moderne kantonale Rothirschkonzepte, die seine Ausbreitung gestützt auf das Bundesjagdgesetz (JSG) vom 20. Juni 1986 zulassen (Ruhlé & Juesy 2006, Muggli 2011).

Im Gebiet des Wildnisparks Zürich (WPZ) ist der Rothirsch seit ca. 20 Jahren anzutreffen und gehört seit wenigen Jahren zur permanenten Fauna, allerdings mit nur wenigen Individuen (mündl. Mitt. Ch. Stauffer). Wie das Beispiel des Schweizerischen Nationalparks zeigt, gewährleisteten Besucherlenkungsmaßnahmen innerhalb von Schutzgebieten ruhige Lebensräume, die vom Rothirsch gerne angenommen werden. Im WPZ ist ein Forschungsprojekt zur Untersuchung der Raumnutzungsmuster von Rothirschen und Rehen in Abhängigkeit anthropogener Störungen in Planung. In der vorliegenden Studie werden Grundlagen zur Rothirschsituation im WPZ und dessen Umgebung aufgearbeitet. Ziel ist es, Daten zu den Aufenthaltsorten und -zeitpunkten des Rothirsches zu erheben und daraus das Raum-Zeit-Verhalten für den Rothirsch im WPZ zu beschreiben. Dazu werden folgende Fragestellungen untersucht:

1. *Wo halten sich die Rothirsche im WPZ auf?*

Hypothese 1: Die Rothirsche halten sich im WPZ vor allem in der ruhigen Kernzone oder in wenig gestörten Gebieten ausserhalb der Kernzone auf.

2. *Unterscheiden sich die Aufenthaltsorte der Rothirsche im WPZ saisonal während des Untersuchungszeitraums?*

Hypothese 2: Rothirsche haben abhängig von der Höhe über Meer (Schnee) und der Exposition (Sonneneinstrahlung/Temperatur), der Sicherheit, dem Nahrungsangebot und dem Sozialverhalten unterschiedliche Sommer- und Winterlebensräume. Der WPZ eignet sich als Ganzjahreslebensraum für den Rothirsch, wobei zu erwarten ist, dass im Winter Tiere aus höheren Lagen mit härteren Klimabedingungen zuwandern.

3. *Wie gross ist der Rothirschbestand im WPZ und wie ist er zusammengesetzt?*

Hypothese 3: Im Jahr 2011 wurden gleichzeitig maximal zwölf Rothirsche beobachtet (mündl. Mitt. M. Bächtiger 2012). Bei Frühjahrsbestandeszählungen im Jahr 2012 waren es zwei Individuen. Der Bestand während des Untersuchungszeitraumes dürfte zwischen zwei und zwölf Individuen liegen.

4. *Welches sind die grossräumigen Wanderrouten des Rothirsches zum und aus dem WPZ?*

Hypothese 4: Wanderrouten des Rothirsches sind in südlicher und östlicher Richtung vorhanden und verbinden die Gebiete des Wildnisparks Zürich mit den bekannten Rothirschgebieten der Höhronenkette und des Zugerbergs.

2. Material und Methoden

2.1 Perimeter

Das Untersuchungsgebiet umgab den Wildnispark Zürich grossräumig und erstreckte sich über rund 680 km² (Abb. 1). Weiter enthielt es den gesamten Jagdbezirk *Amt des Kantons Zürich*, den südwestlichen Teil des Wildschonreviers der Stadt Zürich und weite Teile des Kantons Zug. Im Osten reichte es bis nach Lachen im Kanton Schwyz. Die höchste Erhebung im Perimeter ist der Wildspitz mit 1580 m ü. M., der tiefste Punkt liegt mit 380 m ü. M. in Dietikon.

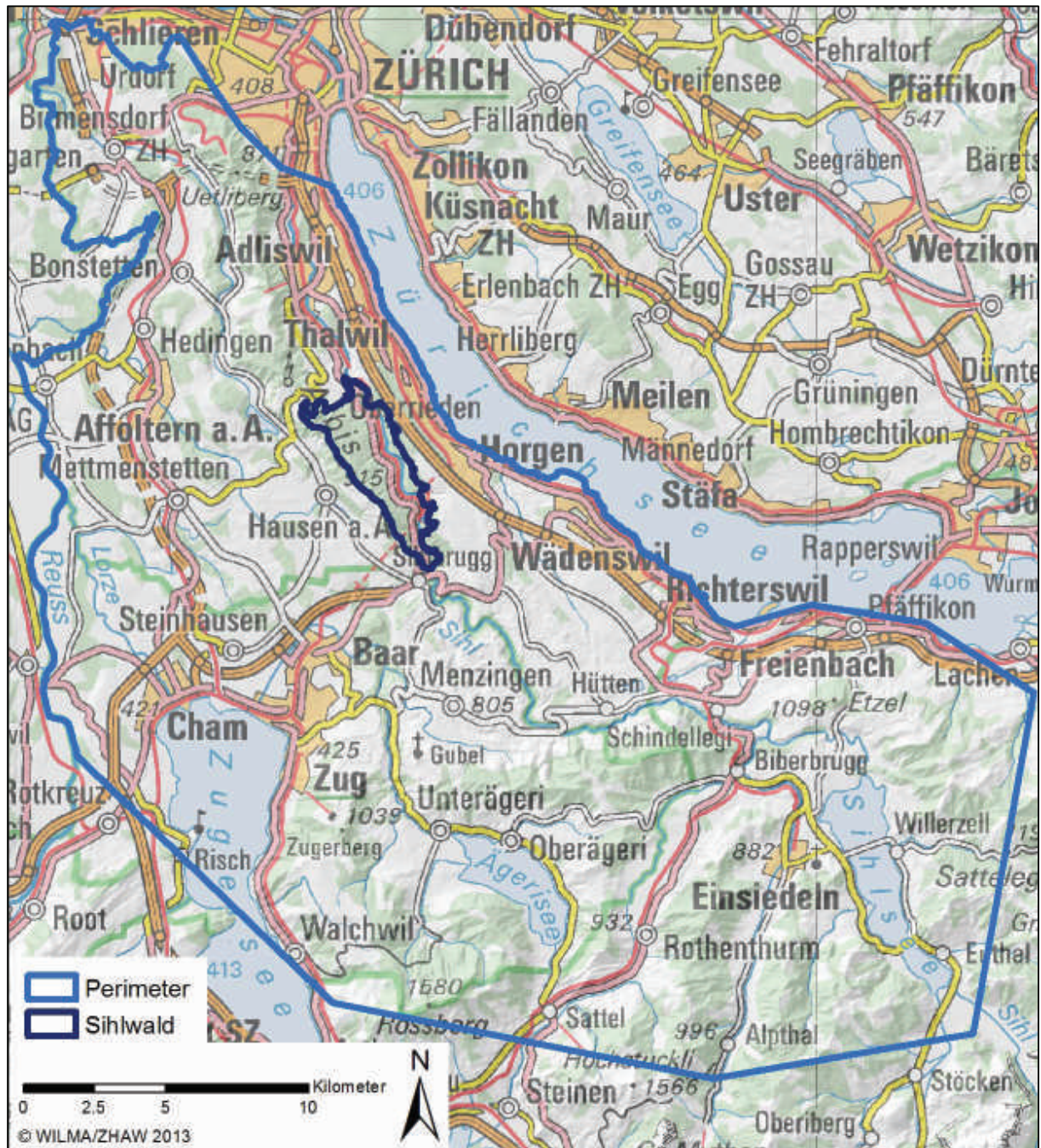


Abb. 1. Perimeter. Das Untersuchungsgebiet (hellblau) enthielt den gesamten Jagdbezirk Amt des Kantons Zürich inkl. Sihlwald (dunkelblau), den westlichen Teil des Wildschonreviers der Stadt Zürich und den Kanton Zug.

2.2 Datenerhebung

In der Wildtierforschung wurden viele wissenschaftliche Methoden entwickelt, um Vorkommen, Verbreitung und Häufigkeit zu beziffern (z.B. Buckland et al. 2001, Long et al. 2008, Ebert 2011). Anstelle der absoluten Häufigkeit wird dabei oft die relative Häufigkeit als Vergleichshäufigkeit pro Raumeinheit oder, anders ausgedrückt, die Dichte angegeben.

Bevor ich das Vorgehen für die vorliegende Arbeit festlegte, testete ich einzelne Nachweismethoden, um die Resultate zu antizipieren und die Durchführbarkeit abzuschätzen. Ziel war es, die geeignetsten Methoden zur Beantwortung der Fragestellungen zu finden. Diejenigen Methoden, die ich nicht weiter verfolgte, sind im Anhang A beschrieben.

2.2.1 Monitoring mit Fotofallen

Monitoring ist das systematische und standardisierte Sammeln von Daten in regelmässigen Abständen über die Zeit (Spellerberg 2005). Ziele jedes Monitorings sind, Veränderungen in Bezug auf Quantitäten festzustellen sowie deren Trends anzugeben (Thompson et al. 1998). Systematische Monitorings mit Fotofallen wurden in der Schweiz bisher vor allem zum Nachweis von Luchs, Wildkatze oder Baummarder eingesetzt (z.B. Zimmermann et al. 2006, Burki 2008, Stoeckle 2008). Beim Luchs wurden die Fotofallen möglichst gleichmässig verteilt, wobei die ungefähre Position der einzelnen Fallen aufgrund eines Rasters bestimmt wurde (Laass 2002). Die exakte Position innerhalb des Rasters wurde aufgrund der topografischen Gegebenheiten und der bisherigen Erfahrungen bestimmt. Die Fotofallen wurden an Forststrassen, Brücken, Wanderwegen und Wildwechselln installiert.

Zum Test der Methode mit Fotofallen für den Nachweis des Rothirsches im Wildnispark Zürich habe ich eine Kamera an einem Standort platziert, wo Mitarbeitende des WPZ zuvor bereits Trittsiegel von Hirschen festgestellt hatten (Koordinaten 682647 / 236263). Dieser Test dauerte vom 8. - 22. August 2012. In dieser Zeit konnte eine Hirschkuh mit ihrem Kalb fotografiert werden (Abb. 2). Da der Test positiv verlaufen war, verfolgte ich die Methode mit Fotofallen weiter.



Abb. 2. Ergebnis des Tests der Nachweismethode mit Fotofallen. In zwei Wochen wurde einmal eine Hirschkuh mit Kalb fotografiert, weshalb ich die Methode weiter verfolgte.

Innerhalb des Sihlwalds (ca. 11 km²) wurden in der Folge vom 22.11.2012 - 10.05.2013 Daten mit Fotofallen generiert. Für den Nachweis des Rothirsches versprach das Platzieren der Fallen an Wildwechseln am meisten Erfolg. Dazu legte ich ein Raster mit der Maschenweite von 250 x 250 m fest, das sich am Kilometernetz der Landeskarte 1:25'000 orientierte. Pro Kilometerquadrat kamen 16 Flächen in Frage, von denen ich eine zufällig ausloste. Dieses Versuchsdesign gewährleistete eine zufällige, aber dennoch gleichmässige Verteilung der Fallenstandorte, was theoretisch jedem Standort dieselbe Chance gab, Hirsche nachzuweisen. Die zufällige Auswahl der Flächen mit Fallen unterlag den folgenden Kriterien:

1. Das 250 x 250 m Quadrat liegt zu min. 50 % innerhalb des WPZ.
2. Die Quadrate berühren sich nicht.
3. Das Quadrat enthält einen geeigneten Wildwechsel.
4. Erfüllt ein Quadrat eine der Voraussetzungen 1. - 3. nicht, wird zufällig ein anderes Quadrat bestimmt.

Dieses Versuchsdesign ergab 19 Fallenstandorte (Abb. 3) und erforderte den folgenden Materialaufwand:

- 10 Fotofallen vom Typ Reconyx HC550 und 9 vom Typ Reconyx HC600 (Anhang B). Diese erfüllten die gestellten Bedingungen betreffend hoher Batterieleistung und ausreichender Speicherkapazität.
- Pro Fotofalle 24 AA-Zellen-Akkus (Mignon). Pro Falle standen somit zwei Sätze zur Verfügung.
- Pro Fotofalle zwei SD-Speicherkarten von 32 GB. Pro Falle standen somit zwei Sätze zur Verfügung.
- Pro Fotofalle ein Schloss zur Diebstahlsicherung.
- Die Fotofallen versah ich mit der folgenden Aufschrift: *Mit dieser Fotofalle werden Art und Anzahl der Wildtiere auf diesem Wildwechsel bestimmt. Gerne beantworten wir Ihre Fragen zum ZHAW-Projekt. 079 870 43 64 / rempftho@students.zhaw.ch.*

Gemäss Herstellerinformationen betragen die Erfassungsdistanz für die beiden Fotofallenmodelle max. 30 m, der Erfassungswinkel 40° und die Auslösezeit weniger als 0.2 s. Sobald ein Tier diesen Erfassungsbereich betritt, löst die Falle aus. Mit der Einstellung des sogenannten RapidFire Modus wurden Fotos aufgenommen, solange sich ein Tier im Erfassungsbereich aufhielt. Dies brachte den Vorteil mit sich, dass auch Gruppen mit mehreren Tieren erfasst werden konnten. Die Fallen stellte ich in wenigen Metern Abstand zum Wildwechsel in spitzem Winkel zu diesem auf. Wenn sich Tiere auf dem Wechsel näherten, verbrachten sie mehr Zeit im Erfassungsbereich und wurden folglich in der Regel mehrmals abgelichtet. Einerseits wurde dadurch die Erfassungswahrscheinlichkeit erhöht, andererseits hatte der Fallentest gezeigt, dass die Fotos nicht immer von guter Qualität sind. Mit mehreren Fotos wurde die Chance erhöht, dass Bilder dabei waren, welche die individuelle Identifikation einzelner Rothirsche zuließen.

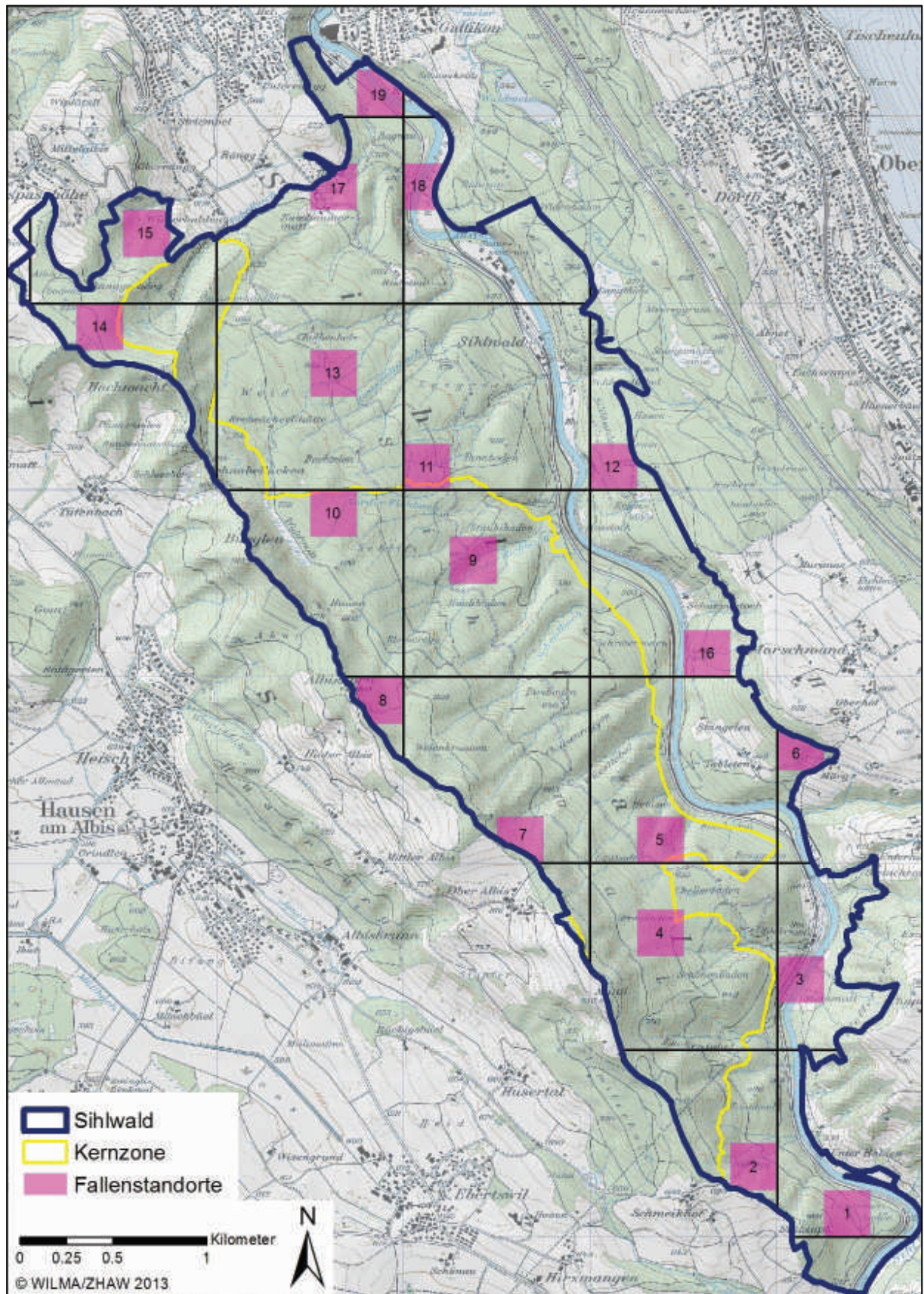


Abb. 3. Fallenstandorte. Die Fotofallen stellte ich innerhalb der zufällig ausgewählten, roten Flächen an einem Wildwechsel auf.

2.2.2 Befragung fach- und sachkundiger Personen

Zur Erfassung bereits vorhandenen lokalen Wissens über den Rothirsch und seine Verbreitung führten Martina Bächtiger, Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsgruppe Wildtiermanagement des Instituts für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, und ich im gesamten Perimeter systematische Befragungen mit spezifischen Zielgruppen durch (Anhang C). Dazu gehörten die Jagd- und Forstverwaltungen sowie Förster der Kantone Schwyz, Zug und Zürich. Weiter führten wir Befragungen mit Mitarbeitenden des WPZ und Vertretern der Jagdgesellschaften des Jagdbezirks *Amt im Kanton Zürich* durch. Themenbereiche waren Jagd- und Fallwildstrecken, Wildschäden, Beobachtungsorte und Angaben zur Anzahl festgestellter Tiere sowie deren Geschlecht. Ein Versuch, die Nachweise nach den Kriterien gemäss der Organisation *Status and Conservation of the Alpine Lynx Population (SCALP; Zimmermann et al. 2005)* und der Adaption auf den Hirsch von Graf et al. (2011) zu qualifizieren, brachte für die Auswertung keine Vorteile. Hingegen ermöglichte die Datenaufnahme nach der Methode des *Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF)* eine zeitliche Zuordnung sämtlicher Nachweise (schriftl. Mitt. S. Capt). Diese beinhaltete im Wesentlichen die Aufteilung des Datums in einzelne Parameter (Tag, Monat, Saison, Jahr, Jahrzehnt). Da nicht bei allen Nachweisen sämtliche Zeitparameter genannt werden konnten, wurden solche stattdessen zeitlich so genau wie möglich eingegrenzt. So entstanden Nachweise mit Monat, Saison, Jahr oder Jahrzehnt als genauester Zeitangabe und wurden dadurch abgestuft nach diesen zeitlichen Intervallen auswertbar.

Sämtliche Nachweise, die wir in den Interviews in Erfahrung bringen konnten, erfassten wir auf Karten und beschrieben sie auf einem Beiblatt so genau wie möglich. Anschliessend übertrug ich die Nachweise in ein Geoinformationssystem (ArcGIS 10.1). In Gebieten mit Standwild und entsprechend mehr Aktivität der Hirsche sah ich davon ab, jeden einzelnen Punktnachweis einzutragen. Stattdessen nahm ich von Hirschen begangene Wildwechsel als Linien auf. Weiter zeichnete ich Einstands-, Austritts- und Schadengebiete als Flächen ein. Zum einen hätte das Eintragen einzelner Punkte den Aufwand gesprengt, zum anderen hätten sich die Befragten aufgrund der Datenfülle kaum mehr an die genauen Zeitpunkte erinnert. Im Vergleich dazu hatten sich die Befragten die Einzelnachweise in Gebieten mit wenig Rothirschvorkommen als besondere Ereignisse eingepägt.

Mehrere Befragte nannten Wanderrouten des Rothirsches. Im Gegensatz zu Wildwechseln, die möglichst gemäss ihrem tatsächlichen Verlauf in der Landschaft in die Karte eingezeichnet wurden, hielten wir Wanderrouten ausschliesslich als grobe Richtungen fest. Folglich behandelte ich sie in den Auswertungen nicht wie die Nachweise. Sie dienten vielmehr der Visualisierung grossräumiger Ausbreitungsachsen.

2.2.3 Kantonale Jagd- und Fallwildstatistiken (1999 - 2012)

Jagd- und Fallwildstatistiken beinhalten Angaben zu Bestandesgrösse, Abschuss und Fallwild im jeweiligen Berichtsjahr (BAFU 2010). Die Kantone sind dazu angehalten, die Bestandesgrössen pro Wildhufttierart zu erheben und daraus den Abschussplan abzuleiten. Durch die jährlichen Bestandesschätzungen werden Veränderungen in der Populationsgrösse ersichtlich. Dabei sind die Zahlen nicht als absolut zu betrachten. Vielmehr ergeben sich daraus Trends der Bestandesentwicklung. Alle hier verwendeten Angaben zur Jagd- und Fallwildstatistik stammten von den zuständigen kantonalen Ämtern sowie aus der Eidgenössischen Jagdstatistik. Sie enthielten kantonsweite Zahlen, die in dieser Form das Verständnis des Hirschvorkommens über den Perimeter dieser Studie hinaus ergänzten.

2.3 GIS-gestützte Auswertungsmethoden

2.3.1 Raum-Zeit-System des Rothirsches aufgrund der Nachweise

Visualisierungen der Punktnachweise in Abhängigkeit der Zeit im GIS trugen zum Verständnis des Raum-Zeit-Verhaltens des Rothirsches im und um den Wildnispark Zürich bei. Dieses Raum-Zeit-Verhalten dient als Grundlage für das Forschungsprojekt zur Untersuchung der Raumnutzungsmuster von Rothirschen in Abhängigkeit anthropogener Störungen (Signer et al. 2013). Dabei ist das Wissen um die Aufenthaltsorte und -zeitpunkte eine Grundvoraussetzung für den geplanten Fang von Wildtieren und deren Besenderung mit GPS-Halsbändern.

2.3.2 Habitatmodell für den Rothirsch

GIS-gestützte Habitatmodelle aufgrund von Landschaftsparametern werden verwendet, um die Lebensraumeignung tierartspezifisch darzustellen. In dieser Arbeit übernahm ich ein bestehendes Rothirsch-Habitatmodell (Robin et al. 2000, Graf et al. 2008). Die beiden methodischen Ansätze Fotofallenmonitoring und Befragung lieferten vorwiegend Punktdaten, die räumlich und zeitlich beschrieben sind. Mit dem Habitatmodell konnte ich die erhobenen Punktdaten in einen Flächenbezug stellen und verallgemeinert extrapolieren.

Die Aussagekraft des Habitatmodells validierte ich mit den häufigsten Nachweisarten Abschuss, Sichtbeobachtungen und Trittsiegel. Dabei überprüfte ich die Annahme, dass in für Rothirsche besser geeigneten Klassen des Habitatmodells mehr Nachweise gelangen. Dazu betrachtete ich die Gesamtheit des flächenmässigen Angebots der Klassen im und um den Sihlwald sowie die tatsächlich erbrachten Nachweise in den jeweiligen Klassen und berechnete deren Verhältnis. Steigt dieses Verhältnis mit den Klassen an, so dürfte die Verwendung des Habitatmodells gerechtfertigt sein. Allerdings wäre es theoretisch auch denkbar, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit in den besten Klassen des Modells geringer ist, weil dort weniger Beobachter unterwegs sind. Besonders in Gebieten wie der Kernzone des Wildnisparks Zürich, wo Besucherlenkungsmassnahmen implementiert wurden, könnte dies zutreffen.

Für das Habitatmodell und sämtliche GIS-Abbildungen wurden die folgenden Grundlagendaten verwendet:

- Landnutzungstypen (Vector25, Arealstatistik, swissTLM^{3D} 1.1; © swisstopo)
- DHM 25 (© swisstopo)
- Landeskarten 1:25'000 bis 1:500'000 (© swisstopo)
- Perimeter des WPZ (© Wildnispark Zürich)

3. Ergebnisse

3.1 Monitoring mit Fotofallen

Im Verlauf des Fotofallenmonitorings waren keine Ausfälle von Geräten zu verzeichnen. Beide Modelle funktionierten von Beginn weg einwandfrei. Akkus und SD-Karten wechselte ich ca. alle zwei Monate aus. Die Fallen zeigten bei den Kontrollen nie weniger als 47 % Batterieleistung und mehr als 5 % belegten Speicherplatz der SD-Karten an. Somit wären die Fallen während mindestens vier Monaten ohne Wartung funktionsfähig geblieben.

Die 19 Fotofallen lieferten insgesamt 31 Rothirschnachweise (Anhang D). Diese erfolgten an elf der 19 Standorte (58 %; Abb. 4). 13 Nachweise gelangen innerhalb der Kernzone (42 %), 18 ausserhalb (58 %). Innerhalb der Kernzone wurden Hirsche an vier von sechs Standorten fotografiert (66 %), ausserhalb an sieben von 13 (54 %). Zweimal wurde ein Achtender festgestellt, achtmal ein Spiesser, neunmal ein zweiter Spiesser, sechsmal nicht identifizierbare Spiesser, einmal eine einzelne Kuh, zweimal eine Kuh mit Kalb, zweimal nicht identifizierbare einzelne Hirsche und einmal zwei nicht identifizierbare Hirsche. Gemäss den Fotos waren die beiden Spiesser, die ich aufgrund von vorhandenen oder fehlenden Perlen am Geweih sowie der Form der Rosen eindeutig unterscheiden konnte, einmal gemeinsam unterwegs (Abb. 5 und 6). Rudel wurden keine festgestellt.

Unter der Annahme, dass es sich bei den nicht identifizierbaren Hirschen um verschiedene Individuen handelte, wurden maximal zwölf Rothirsche nachgewiesen (1 Achtender, 2 Spiesser, 3 Kühe, 2 Kälber und 4 Unbekannte). Unter der Annahme, dass es sich um dieselben Individuen handelte, wurden minimal fünf Rothirsche nachgewiesen (1 Achtender, 2 Spiesser, 1 Kuh und 1 Kalb). Daraus ergibt sich auf der Fläche des Sihlwalds von 11 km² eine Dichte von 0.5 - 1.1 Individuen/km².

Die Standorte wurden unterschiedlich häufig von Hirschen passiert (Abb. 4). Werden Fotos von nicht identifizierbaren Hirschen als einzelne Nachweise bewertet, brachte Standort 18 mit sieben Nachweisen am meisten, gefolgt von den Standorten 5 und 10 mit je 5 und Standort 13 mit vier. Der Achtender war bei den Standorten 10 und 18, die einzelne Kuh bei 13, die Kühe mit ihren Kälbern bei 1 und 2, Spiesser 1 bei 4, 5, 10 und 18, Spiesser 2 bei 5, 8, 10, 11, 13 und 15, die nicht identifizierbaren Spiesser bei 10, 13 und 18, die nicht identifizierbaren Hirsche bei 3 und 18.

Die Nachweise waren während der ganzen Versuchsdauer zeitlich ungleichmässig über den Tag verteilt (Abb. 7). In den Stunden von 06:00 Uhr bis mittags um 14:00 Uhr wurden keine Hirsche abgelichtet (Mitteleuropäische Winterzeit). Mit Ausnahme der Stunde von 02:00 Uhr bis 03:00 Uhr wurden von 14:00 Uhr bis 05:00 Uhr pro Stunde mindestens einmal Hirsche festgestellt. Innerhalb der Kernzone wurden Hirsche zwischen 01:00 Uhr und 06:00 Uhr sowie zwischen 14:00 Uhr und 20:00 Uhr fotografiert (Abb. 8). Ausserhalb der Kernzone wurden Nachweise zwischen 03:00 Uhr und 05:00 Uhr sowie von 15:00 Uhr bis 01:00 Uhr erbracht. Während die Nachweise zwischen 00:00 Uhr und 05:00 Uhr räumlich recht gleichmässig über den ganzen Sihlwald verteilt waren, häuften sie sich zwischen 14:00 Uhr und 23:00 Uhr im nördlichen Teil (Abb. 9).

Wie die tageszeitliche Verteilung der Nachweise war auch die monatliche unregelmässig (Abb. 10). So wurden im November, Dezember und März Hirsche häufiger fotografiert als im Januar, April und Mai. Im Februar konnte kein Nachweis erbracht werden. Während die Nachweise im November und Dezember bei Standort 4 und nördlich davon erbracht wurden, waren im März auch je einer bei 2 und 3 dabei.

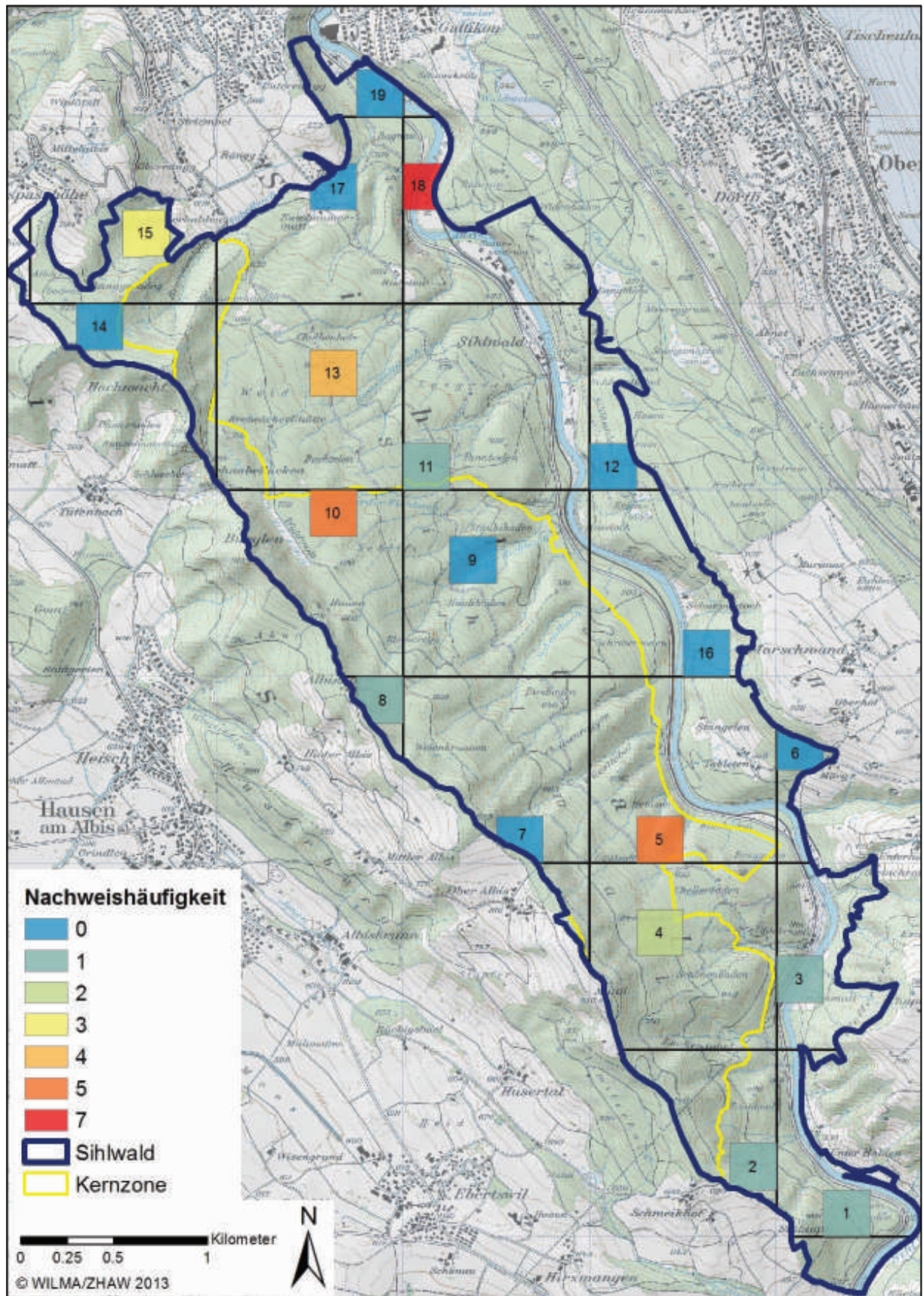


Abb. 4. Fallenstandorte mit Nachweisen von Rothirschen und deren Häufigkeiten.



Abb. 5 und 6. Die beiden aufgrund der Perle und der Rosenform identifizierbaren Spiesser.

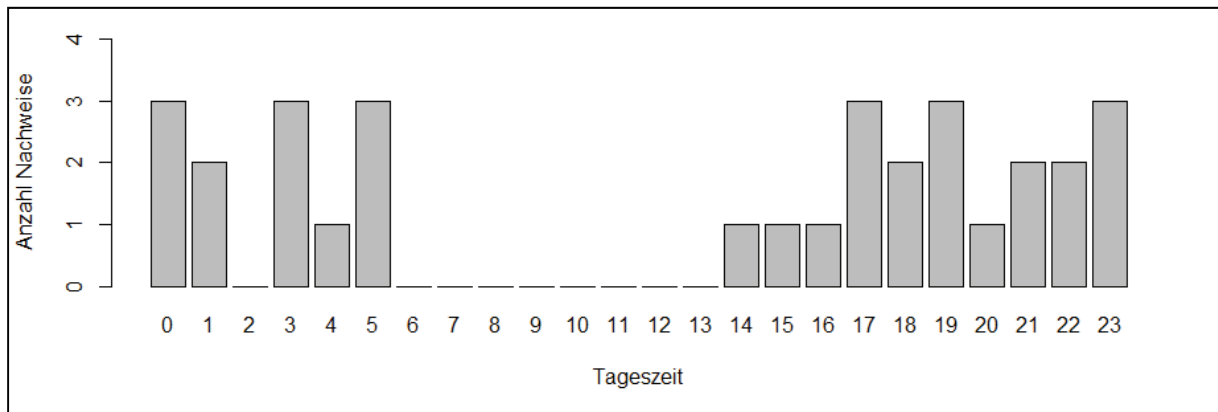


Abb. 7. Häufigkeit der Nachweise in Abhängigkeit der Tageszeit (Winterzeit).

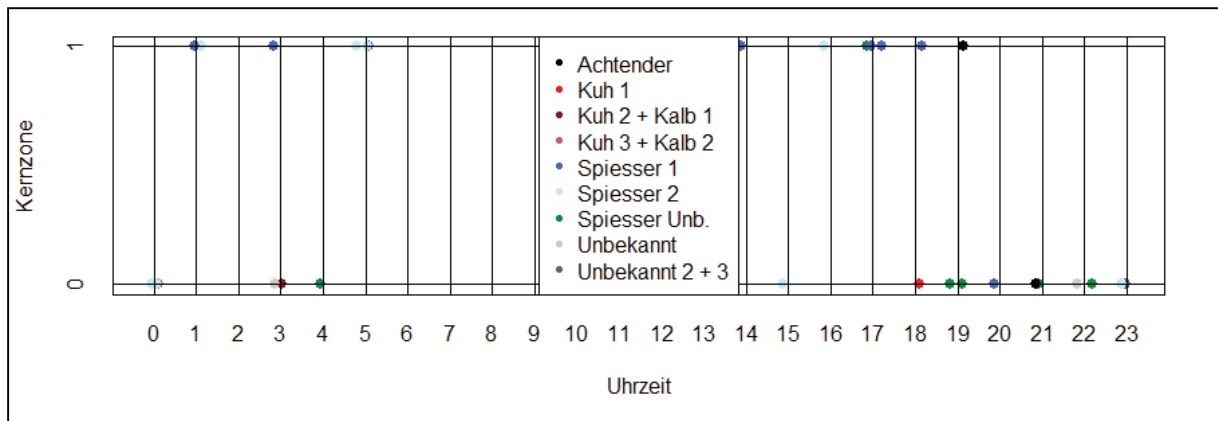


Abb. 8. Tageszeitliche Verteilung der Nachweise ausser- (0) und innerhalb (1) der Kernzone.

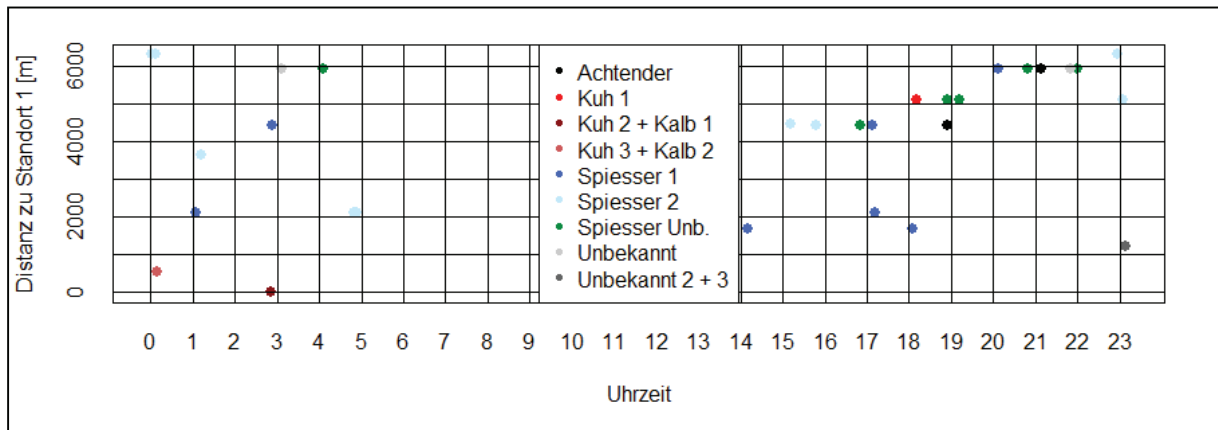


Abb. 9. Tageszeitliche Verteilung der Nachweise in Abhängigkeit der Distanz zu Standort 1. Dieser diente als Fixpunkt, da aufgrund der Nummerierung der Standorte deren räumliche Verteilung nicht fassbar gewesen wäre.

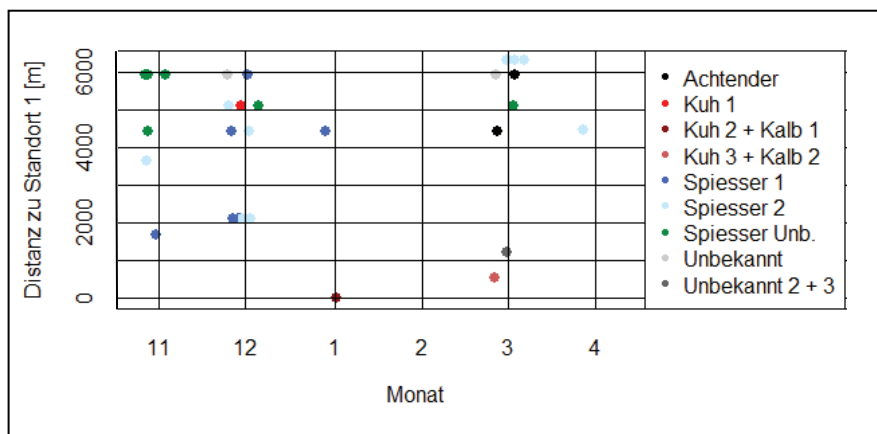


Abb. 10. Monatliche Verteilung der Nachweise in Abhängigkeit der Distanz zu Standort 1. Dieser diente als Fixpunkt, da aufgrund der Nummerierung der Standorte deren räumliche Verteilung nicht fassbar gewesen wäre.

3.2 Befragungen

In persönlichen Gesprächen befragte ich insgesamt 20 Mitarbeitende der Jagd- und Forstverwaltungen sowie Wildhüter und Förster der Kantone Schwyz, Zug und Zürich. Weitere zehn kontaktierte ich telefonisch. Von diesen waren fünf keine Nachweise bekannt, und fünf teilten einzelne Nachweise per E-Mail mit. Weiter führten wir Befragungen mit einer Mitarbeitenden des Wildnisparks Zürich und Vertretern von zwölf der insgesamt 27 Jagdgesellschaften des Jagdbezirks *Amt im Kanton Zürich* durch. Zudem teilten sieben Vertreter weiterer Jagdgesellschaften einzelne Nachweise per E-Mail mit und acht per Telefon. Nur in vier Jagdrevieren gelangen bisher noch keine Hirschnachweise (Maschwanden, Mettmenstetten, Obfelden und Ottenbach).

3.2.1 Rothirschnachweise

Insgesamt wurden 275 Punkt-, 14 Linien- und 55 Flächennachweise von Rothirschen zusammengetragen (Abb. 11). Zusätzlich zu den erfragten Punktnachweisen enthielten diese vier Fotofallen nachweise aus Schnyder (2010), 19 aus dem Monitoring des Wildübergangs Chaltenboden (Kanton Schwyz) sowie 32 aus dem hier durchgeführten Fotofallenmonitoring (inkl. einem aus dem Methodentest). Als Liniennachweise galten ausschliesslich Wildwechsel. Die Flächennachweise setzten sich zusammen aus 37 Einständen, zehn Schaden- und acht Austrittsflächen oder Gebieten mit häufigen Sichtbeobachtungen. Die Punktnachweise konzentrierten sich vor allem auf die Gebiete der Albis- und Höhrnenkette sowie auf den Zugerberg. Flächige Vorkommen wurden vor allem in den Kantonen Schwyz und Zug eingezeichnet, wo Hirsche permanent leben.

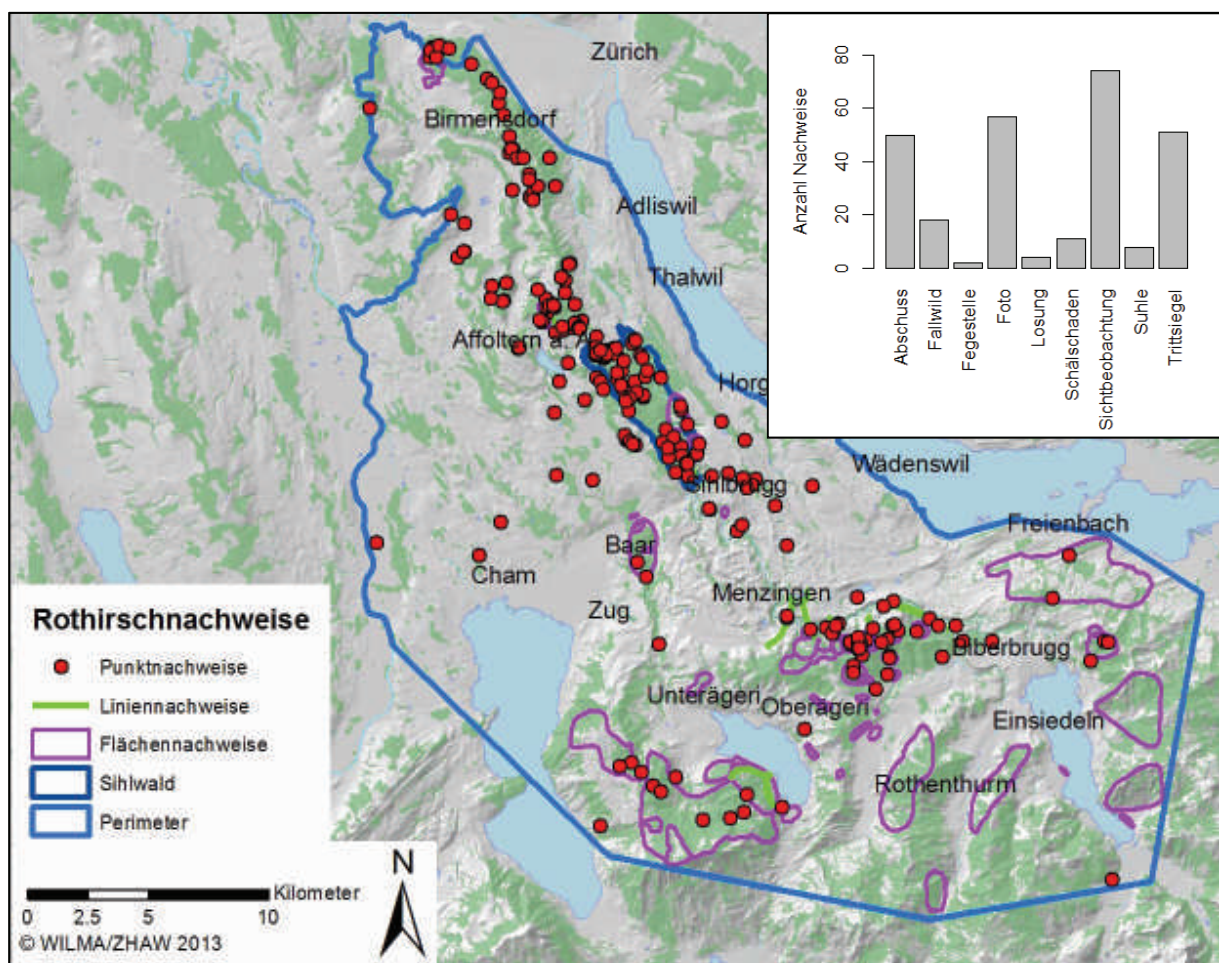


Abb. 11. Punktnachweise des Rothirsches, Wildwechsel (Liniennachweise) sowie Einstands-, Austritts- und Schadengebiete (Flächennachweise), die aus den Befragungen resultierten und die Häufigkeiten der Punktnachweisarten ($n = 275$; inkl. Fotofallenmonitorings).

3.2.2 Zusatzinformationen und Einschätzungen der Befragten

Bei den Interviews hielt ich zusätzlich zu den Nachweisen auch persönliche Einschätzungen der Befragten zum Hirschkvorkommen im Wildnispark Zürich und dessen Umgebung fest. Dadurch entstanden vielfältige Zusatzinformationen.

Kanton Schwyz

Im Kanton Schwyz waren im Jahr 1934 Rothirsche aus dem Tierpark Langenberg erfolgreich angesiedelt worden (schriftl. Mitt. Ch. Stauffer). Aus den Akten des Staatsarchivs Schwyz geht zudem hervor, dass mit der Schaffung des Wildreservats Euthal Ende der 1930er Jahre weitere Rothirsche ausgesetzt worden waren (Wiget 1985). Die Herkunft dieser Hirsche war nicht mehr rekonstruierbar. In einer ersten Aussetzungsaktion am 11. Oktober 1938 waren ein Spiesser und zwei Kühe, in einer zweiten im Folgejahr ein Stier und vier Kühe freigelassen worden. Kurz darauf gingen bereits die ersten Schadenmeldungen aus Land- und Forstwirtschaft ein. Ein Bericht über eine Rothirsch-Trophäenschau mit Trophäen aus den Jahren 1952 - 1959 hob hervor, dass es sich um sehr starke Hirsche gehandelt hatte (Anon.). Der Text besagt weiter, dass die ursprünglich ausgesetzten Tiere im Gebiet Euthal aus dem Tierpark Langenberg stammten. In diesem werden Rothirsche seit 1869 gehalten (schriftl. Mitt. Ch. Stauffer). In der Folge dürften Tiere dazugekauft worden sein, wobei die Herkunft dieser Tiere nur zum Teil dokumentiert ist. Geldgeber für die Aussetzungen im Kanton Schwyz, Heinrich Steinfels-Saurer, hatte zuvor auch dem Kanton Glarus etwa zehn Rothirsche zum Aussetzen geschenkt (Anon.). Die Bestände in den Kantonen Glarus, Schwyz und Uri wuchsen nach anfänglichen Schwierigkeiten stark an und verbreiteten sich weit über das Euthal hinaus. Mit dieser Zunahme häuften sich auch die Klagen über Wildschäden. Die Regierung veranlasste deshalb 1958 erstmals neben dem Abschuss von Hirschstieren auch die Freigabe von ca. 20 Kühen. Trotz dieser Massnahme galten die Hirschbestände auch ausserhalb des Reservats Euthal als gesichert. Mutmasslich gingen die Vorkommen in den Kantonen Glarus und Schwyz nicht ausschliesslich auf ausgesetzte Tiere zurück. Eher dürften auch Hirsche aus dem Kanton St. Gallen (Sarganserland) beteiligt gewesen sein.

Der Rothirsch kommt im Kanton Schwyz heute vor allem im Sommer flächendeckend vor (R. Bisig, F. Lienert, J. Kälin). Im Herbst beginnen die Hirsche ihre Wanderungen in tiefere Lagen bei Feusisberg und Rothenthurm sowie am Höhrnonen. Der Aufwand, Einzelnachweise auf Karten festzuhalten, hätte den Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Stattdessen zogen wir es vor, Winterzustandsgebiete zu bezeichnen, in denen die ungefähre Anzahl Hirsche bekannt war. Der Winterbestand im gesamten Höhrnonen wurde auf ca. 30 - 40 Hirsche geschätzt. Während früher in den Wintermonaten vor allem Silo gefüttert wurde, so bekommen die Hirsche heute Heu. Ziel dieser Fütterungen ist es, die Hirsche talauswärts und weg von den Strassen zu locken.

Schältschäden entstanden vor allem vor ca. 30 Jahren in Fichten- und Douglasienaufforstungen, zudem vor ca. zehn Jahren in einer Lärchen-Douglasien-Aufforstung (R. Müller). Da heute keine Aufforstungen mehr ausgeführt werden, sind auch die Schäden zurückgegangen. Unterhalb bzw. nördlich der Autobahn A3 konnten bisher weder Sichtbeobachtungen von Hirschen noch Schäden ausgemacht werden. Offenbar wirkt die A3 als Barriere. Darüber hinaus sind die Lebensräume nördlich der A3 aufgrund der Besiedlungsdichte wahrscheinlich nicht attraktiv für den Hirsch. 1989 wurde die Strasse Schindellegi - Einsiedeln von zwei auf vier Spuren ausgebaut. In der Folge ereigneten sich mehrere Verkehrsunfälle mit Hirschen. Die Häufigkeit der Spuren bei einem Wohnhaus am Fuss des Höhrnonen, unmittelbar an der Strasse Schindellegi - Einsiedeln, nahm ab. 1998 wurde eine Wildüberführung errichtet, um den früheren Wildwechsel wieder in Gang zu setzen und um damit weitere Wildschäden zu verhindern (A. Bucher). Bis 2008 liessen vermehrte Nachweise am Fuss des östlichen Höhrnonen aber auf sich warten (R. Müller). Seither ist eine Zunahme festzustellen.

Kanton Zug

Das Hauptverbreitungsgebiet des Rothirsches im Kanton Zug befindet sich am Höhrnonen (W. Heynisch, E. Suter). Vor allem im Frühling und Sommer sind Hirsche auf der Zuger Seite nachzuweisen. Im Winter hingegen werden sie weniger häufig festgestellt. Entsprechend dürften sie sich dann in den Kantonen Schwyz und Zürich aufhalten. Der Ausbreitungsdruck im Kanton Schwyz hat zur Folge, dass der Hirsch im Höhrnonengebiet mindestens zeitweilig flächendeckend vorkommt (K. Henggeler, H.P. Nussbaumer, W. Stocker). Auf dessen Nordseite konnten bisher kaum Hirsche beobachtet, dafür aber zunehmend Spuren festgestellt werden. Bis vor 20 Jahren überwinterten ca. 15 - 20 Hirsche im Sparen bei Finstersee (H. Zürcher). In den Folgejahren nahm die Anzahl der Tiere ab und stieg erst ab 2008 wieder an. Seit 2001 besteht hier ein Rothirschgehege, das während der Brunft immer wieder Stiere anzieht. Neben dem Höhrnonen sind auch der Zugerberg und das Hürital als permanente Einstandsgebiete für den Rothirsch zu nennen (W. Stauffacher). Am Zugerberg können Hirsche seit mindestens 25 Jahren nachgewiesen werden (C. Weiss). Auch heute werden immer wieder frische Spuren angetroffen. Während der Jagd suchen die Hirsche die Bachtobel in Richtung Zugersee auf. In den steilen Flanken südlich des Aegerisees ist der Rothirsch seit ca. 60 Jahren anzutreffen (A. Elsener). Im Gebiet Ennetsee (Privatwald in den Gemeinden Steinhausen, Cham, Hünenberg und Risch) konnten bisher keine Hirsche festgestellt werden (G. Iten). Dies muss jedoch nicht zwingend heissen, dass hier keine Hirsche vorkommen. Erste Einwanderungen in die Gebiete Höhrnonen und Morgartenberg setzten vor ca. 35 Jahren ein. Heute sind Hirsche dort flächendeckend vorhanden. Ganzjährig werden Hirsche beobachtet und Trittsiegel festgestellt, im Sommer in beiden Gebieten, im Winter eher im Morgartenberg. Zudem sind im Gebiet Baarburg Hirsche vermehrt ganzjährig anzutreffen (K. Henggeler, H.P. Nussbaumer, W. Stocker; W. Heynisch, E. Suter).

Die Jagd auf den Rothirsch wird im Kanton Zug erst seit Mitte der 1970er Jahre ausgeübt (K. Henggeler, H.P. Nussbaumer, W. Stocker). Dadurch konnte der Hirschbestand gesenkt werden. Durch die Schonung von Kühen und Kälbern ist der Bestand seit 2005 wieder angestiegen. So nahmen die Abschüsse am Höhrnonen nach Rückgängen ab 2005 wieder zu (W. Heynisch, E. Suter). Früher war die Jagd im Kanton Zug gebietsweise aufgeteilt (A. Elsener). Das eine Gebiet umfasste den Höhrnonen und den Morgartenberg, das andere den Raum Aegeri - Walchwil sowie das Hürital und den Wildspitz. Vor ca. 15 Jahren wurde diese Einteilung aufgehoben, da im Höhrnonen und am Morgartenberg kaum mehr Hirsche vorkamen. Heute lebt der Hirsch wieder in beiden Gebieten.

Kanton Zürich

Im Gesetz über Jagd und Vogelschutz des Kantons Zürich vom 12. Mai 1929 ist der Rothirsch unter den geschützten Tierarten aufgeführt. Die Jagd wird aber durch eine amtliche Verfügung ermöglicht (letzte Verfügung vom 1. April 2009). Ziel ist es, den Rothirschbestand nicht allzu stark ansteigen zu lassen.

Der Sihlwald stellt den einzigen nicht beeinträchtigten Zugang zum Gebiet dar, das durch die Autobahnen von Zürich nach Zofingen - Luzern - Baar umrahmt ist (S. Dräyer). Dieses Gebiet ist aufgrund der Einzäunungen für den Rothirsch aus anderen Richtungen kaum erreichbar. Im Jagdrevier Hausen, das Gebiete des Höhrnonen enthält, waren Hirsche bis ca. 1996 permanent nachweisbar (W. Baumann). Anschliessend gelangen erst ab 2008 wieder zunehmend Nachweise. Hier ist der Rothirsch häufiger in der Hüttner als in der Richterswiler Egg nachzuweisen und gilt heute als Standwild. Allerdings sind Nachweisunterbrüche von sechs bis acht Wochen keine Seltenheit. Es entstand der Eindruck, dass sich der Hirsch vor allem in der Zeit von Herbst bis Ende Jahr hier aufhält. Weiter dürfte das Hirschgehege im Sparen bei Finstersee insbesondere während der Brunft wildlebende Hirsche anlocken. In den Jagdrevieren Wädenswil und Horgen I waren erste einzelne Hirschbeobachtungen aus den 1950er und 1960er Jahren bekannt (G. Scott). Seit 2009 wurden ca. alle zwei Jahre Hirsche beobachtet. Vereinzelt kommen Hirsche im Jagdrevier Langnau a. A. seit ca. 30 Jahren vor (H. Gantenbein, H. Leutwyler, A. Nägeli, H.P. Reifler, A. Reifler, H. Winzeler). Seit rund

fünf Jahren wird von Standwild gesprochen, da insbesondere seit 2007 öfters mehrere Hirsche beobachtet wurden. Im Gebiet Buchenegg wurden Schäden im Wald seit Beginn der 1980er Jahre festgestellt (W. Streuli). Nach Mitte der 1980er Jahre konnten im selben Gebiet bis ca. 2008 keine Nachweise von Rothirschen mehr erbracht werden. In den letzten Jahren nahmen sie wieder zu. Im Forstrevier Thalwil konnten nördlich der Sihl bisher noch keine Hirschnachweise festgestellt werden (E. Carisch).

3.2.3 Wanderrouten des Rothirsches

In den Interviews hielten wir Wanderrouten des Rothirsches auf Karten fest (Abb. 12). Diese bezeichneten die Befragten nicht als exakte Wechsel, sondern als grobe Verbindungen zwischen Gebieten.

Wanderrouten bestehen grossräumig aus dem Kanton Schwyz vom Mythengebiet über Rothenthurm und vom Wildspitz her in Richtung Norden und Westen (H. Zürcher). Sie durchqueren den Goldauer Bergsturz und den Urzlenboden ins Hürital (C. Weiss). Der Hauptwechsel aus Richtung Rothenthurm überquert das Moor und gelangt in den Höhronen (R. Bisig, F. Lienert, J. Kälin). Ebenso bestehen Wechsel aus dem Etzelgebiet zum Höhronen nördlich von Schindellegi. Durch das Rothenthurmer Moor sind Wechsel auf der ganzen Länge verbreitet und führen auch in den Morgartenberg (W. Heynisch, E. Suter). Wechsel südlich des Aegerisees verbinden den Morgartenberg und das Hürital (K. Henggeler, H.P. Nussbaumer, W. Stocker). Ausgehend vom Höhronen gelangen Hirsche zur Baarburg und ins Lorzentobel. Dieser Wechsel ist im Kantonalen Richtplan als Wildtierkorridor eingetragen. Ein wichtiger Wildwechsel für den Rothirsch führt unter der Lorzentobelbrücke zwischen Menzingen und Zug durch (W. Heynisch, E. Suter). Im Danikerwald nördlich der Autobahn sind bisher keine Nachweise erbracht worden, obwohl eine Ausbreitung entlang des Lissi- und Littibachs möglich wäre. In den 1970/80er Jahren waren Einzeltiere Richtung Zürich festgestellt worden, was heute aber nicht mehr vorkommt. Vermutlich besteht aus dieser Richtung entsprechend wenig Austausch mit dem Sihlwald. Die Hirsche dürften eher der Sihl entlang zum Sihlwald wandern. Der Zugang zum Sihlwald besteht im Süden an der Sihl (H. Gantenbein, H. Leutwyler, A. Nägeli, H.P. Reifler, A. Reifler, H. Winzeler). Früher wurden zudem Zuwanderungen in Richtung Bonstetten direkt aus dem Kanton Zug nach Norden vermutet, ohne dabei zuerst den Sihlwald anzupeilen (H. Lang). Dies dürfte heute aber kaum mehr vorkommen. Aus dem Höhronen gelangen die Hirsche auch über Finstersee, Schönenberg und Wädenswil zum Hirzel (G. Scott). Ein anderer Durchgang besteht zwischen Neuheim und Hirzel (W. Baumann, M. Bodmer, K. Hitz, P. Korrodi, J. Leu, M. Näf). Vom Sihlwald breiten sich die Hirsche entlang der Albiskette bis zum Uetliberg aus (Ch. Kühni, F. Landolt, K. Niederberger, R. Nöthiger; W. Streuli). Dabei überqueren sie die Albispasstrasse nordöstlich der Passhöhe über das Offenland (E. Carisch). Vom Langnauerberg kommen sie über das Grossholz nach Bonstetten (Allmend) oder in den Aeugsterberg (F. Landolt). Zudem folgen sie den Hängen des Uetlibergs bis zur Stadtgrenze und in die Rameren (P. Berliat; S. Dräyer).

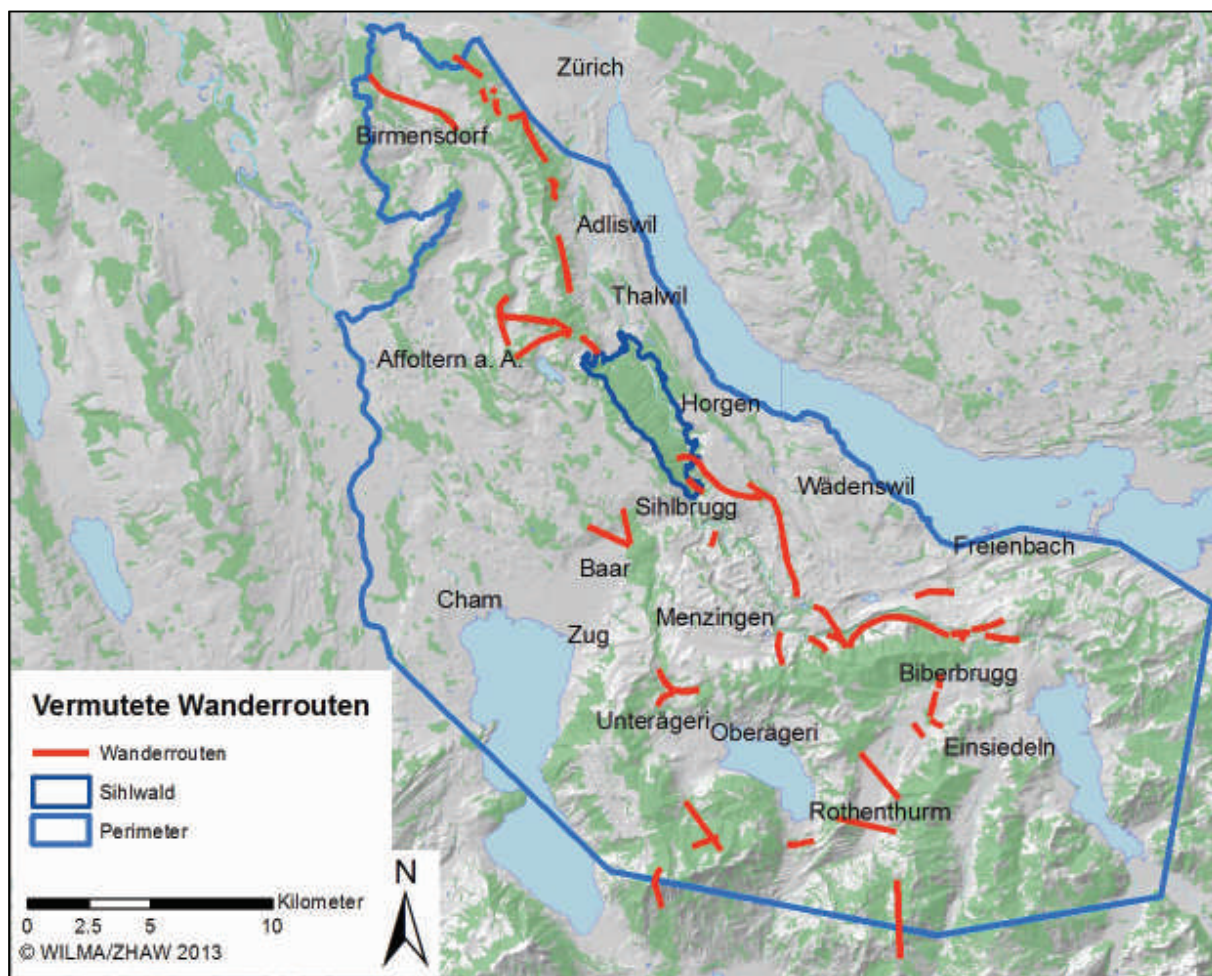


Abb. 12. Vermutete Wanderrouten des Rothirsches, die aus den Befragungen resultierten. Zusätzlich zu diesen, von den Befragten eingezeichneten Routen dürften sich die Hirsche entlang der Sihl bewegen.

3.2.4 Raum-Zeit-System des Rothirsches

Der erste Punktnachweis innerhalb des Perimeters geht auf das Jahr 1967 zurück (Abb. 13). In der Folge wurden bis 2007 nie mehr als 9 Punktnachweise pro Jahr in Erfahrung gebracht. Schliesslich nahmen sie von 23 im Jahr 2010 auf 67 im Jahr 2012 zu. Eine Darstellung der Punktnachweise nach Jahrzehnten zeigte auf, dass diejenigen im Raum Cham - Steinhäusen einzeln und oftmals unabhängig voneinander über mehrere Jahrzehnte erbracht wurden (Abb. 14). Nachdem in den 1980er Jahren einige Nachweise festgehalten worden waren, gingen sie in den 1990er Jahren zurück. Bei den Nachweisen in den 2000er Jahren ist anzumerken, dass die Nachweise im nördlichsten Teil des Untersuchungsgebietes praktisch alle von demselben Spiesser stammten, der 2007 nach einem Verkehrsunfall erlegt werden musste (S. Dräyer). Der ansteigende Trend hielt in der Folge an und ist insbesondere ab dem Jahr 2010 zu erkennen.

177 Punkte konnten saisonal zugeordnet werden (Abb. 15). Je 40 wurden im Frühling und Sommer erbracht, 66 im Herbst und 27 im Winter. Ausser im Winter waren kaum Unterschiede in der räumlichen Verteilung der Punktnachweise auszumachen. Im Vergleich mit den anderen Saisons wurden die Hirsche zu dieser Jahreszeit auf kleinerer Fläche nachgewiesen. Diese Unterschiede könnten aber auch aufgrund unterschiedlicher Beobachtungsdichten in den einzelnen Jahreszeiten zustande gekommen sein. Es ist z.B. anzunehmen, dass während der Jagdzeit im Herbst mehr Nachweise erbracht werden als im Winter, wenn die Reviere von den Jägern weniger begangen werden.

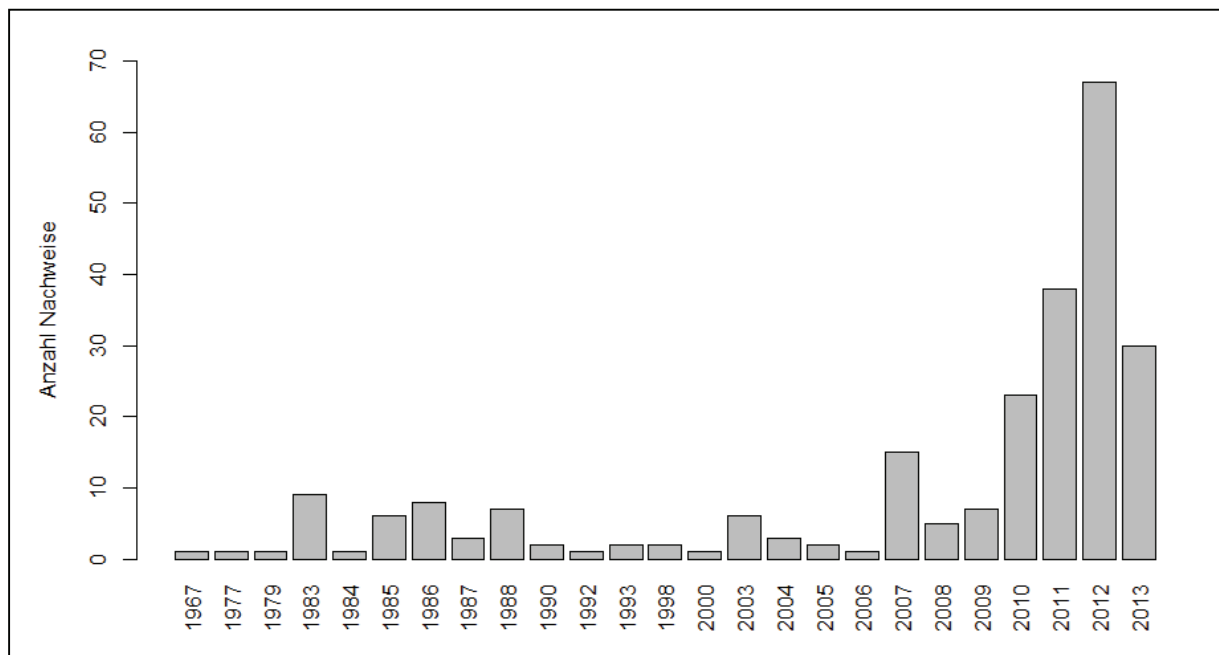


Abb. 13. Verteilung der Anzahl Punktnachweise pro Jahr, die aus den Befragungen in Teilen der Kantone Schwyz, Zug und Zürich resultierten (n = 242).

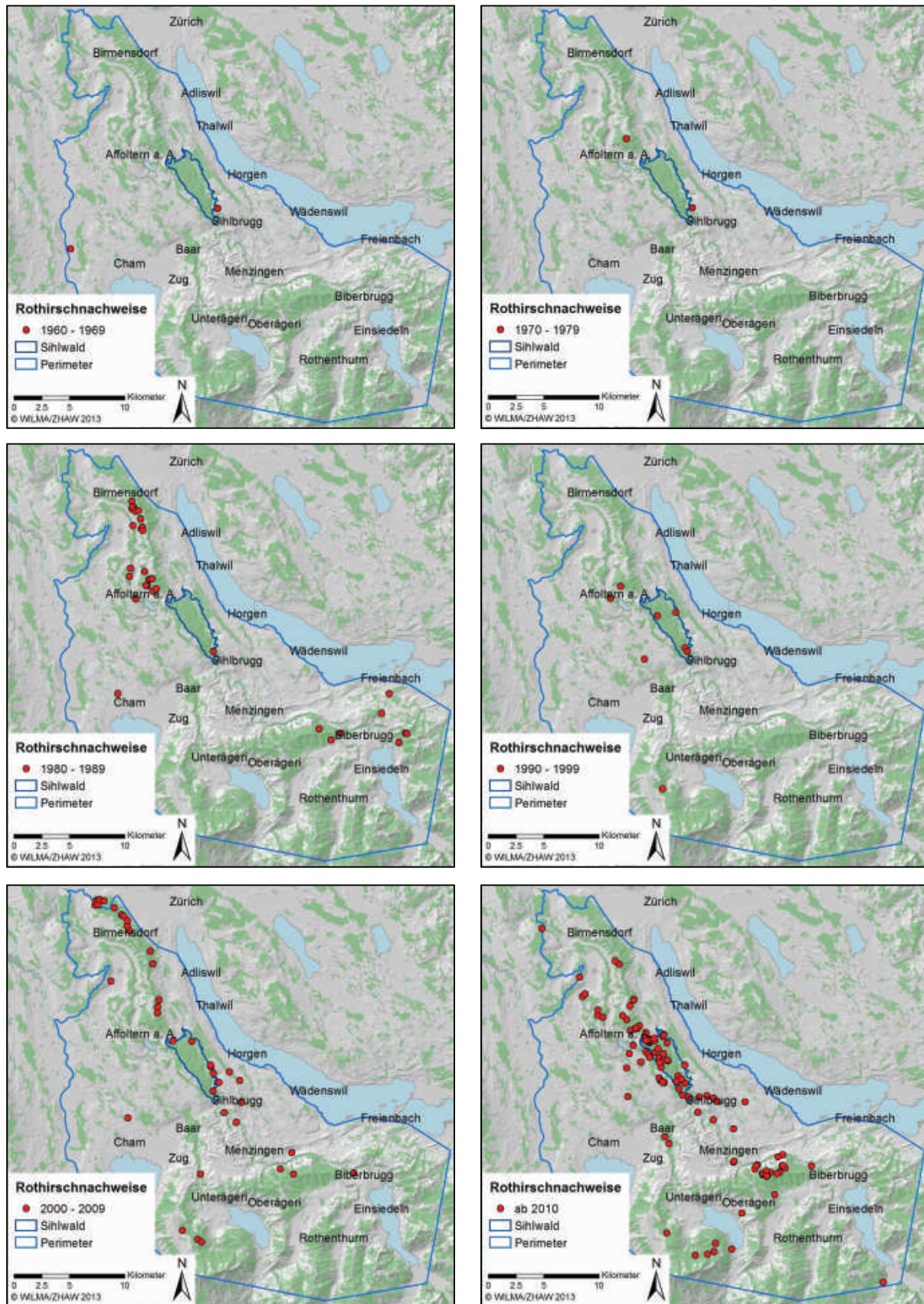


Abb. 14. Verteilung der Punktnachweise pro Jahrzehnt, die aus den Befragungen in Teilen der Kantone Schwyz, Zug und Zürich resultierten (n = 245).

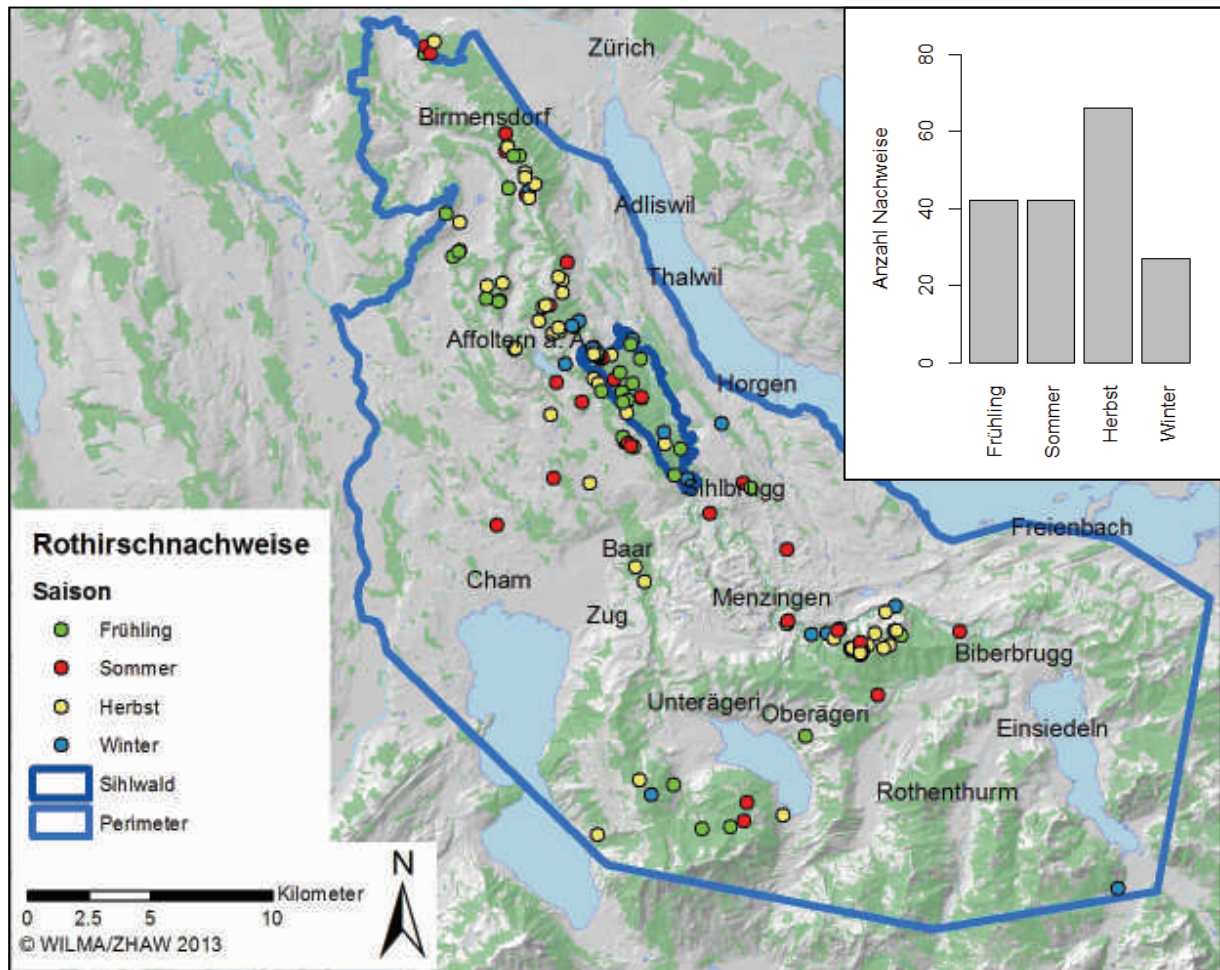


Abb. 15. Saisonale Verteilung der Punktnachweise, die aus den Befragungen in Teilen der Kantone Schwyz, Zug und Zürich resultierten (n = 177).

3.3 Habitatmodell für den Rothirsch

Das Habitatmodell für den Rothirsch stellt eine verallgemeinerte und auf das ganze Jahr ausgelegte Lebensraumeignung in Abhängigkeit der Landnutzung und Höhenstufen sowie der Distanzen zu Siedlungen und Strassen dar (Abb. 16). Die Lebensräume sind dabei in sechs Klassen von *Vorkommen ausgeschlossen* bis *Ideale Bedingungen* für den Hirsch eingeteilt. Um herauszufinden, ob das Habitatmodell tatsächlich die Qualität der Hirschlebensräume im Untersuchungsgebiet unterscheidet, habe ich es mit häufigen, eindeutig zu identifizierenden, aber nicht systematisch erhobenen Punktnachweisen (31 Abschüsse, 53 Sichtbeobachtungen, 43 Trittsiegel) im Sihlwald und seiner Umgebung validiert. Die Annahme war dabei, dass im Verhältnis zum Lebensraumangebot mehr Nachweise in höheren Klassen erbracht worden sein müssten. Diese Annahme hat sich bestätigt: Das Verhältnis von Nachweisen pro Klasse im Habitatmodell zum Angebot pro Klasse nimmt mit steigender Klasse zu (Abb. 17). Dies bedeutet, dass im vorliegenden Datensatz Hirsche in guten Lebensräumen eher nachgewiesen wurden als in schlechten. Das deckt sich mit der Absicht des Habitatmodells, die Lebensraumqualität abzubilden. Folglich ist die Verwendung dieses Modells gerechtfertigt.

Zu beachten ist, dass das Verhalten des Rothirsches im Verlauf des Jahres und des Tages variiert (Haller 2002, Zweifel-Schielly 2005). Das verwendete Habitatmodell umfasst den Ganzjahreslebensraum des Rothirsches und unterscheidet deshalb weder nach Jahreszeit noch Tageszeit. In Ermangelung flächendeckender Daten berücksichtigt es darüber hinaus weder Nahrungsangebot noch Waldstruktur. Diese Voraussetzungen sind bei der Interpretation des Habitatmodells zu berücksichtigen.

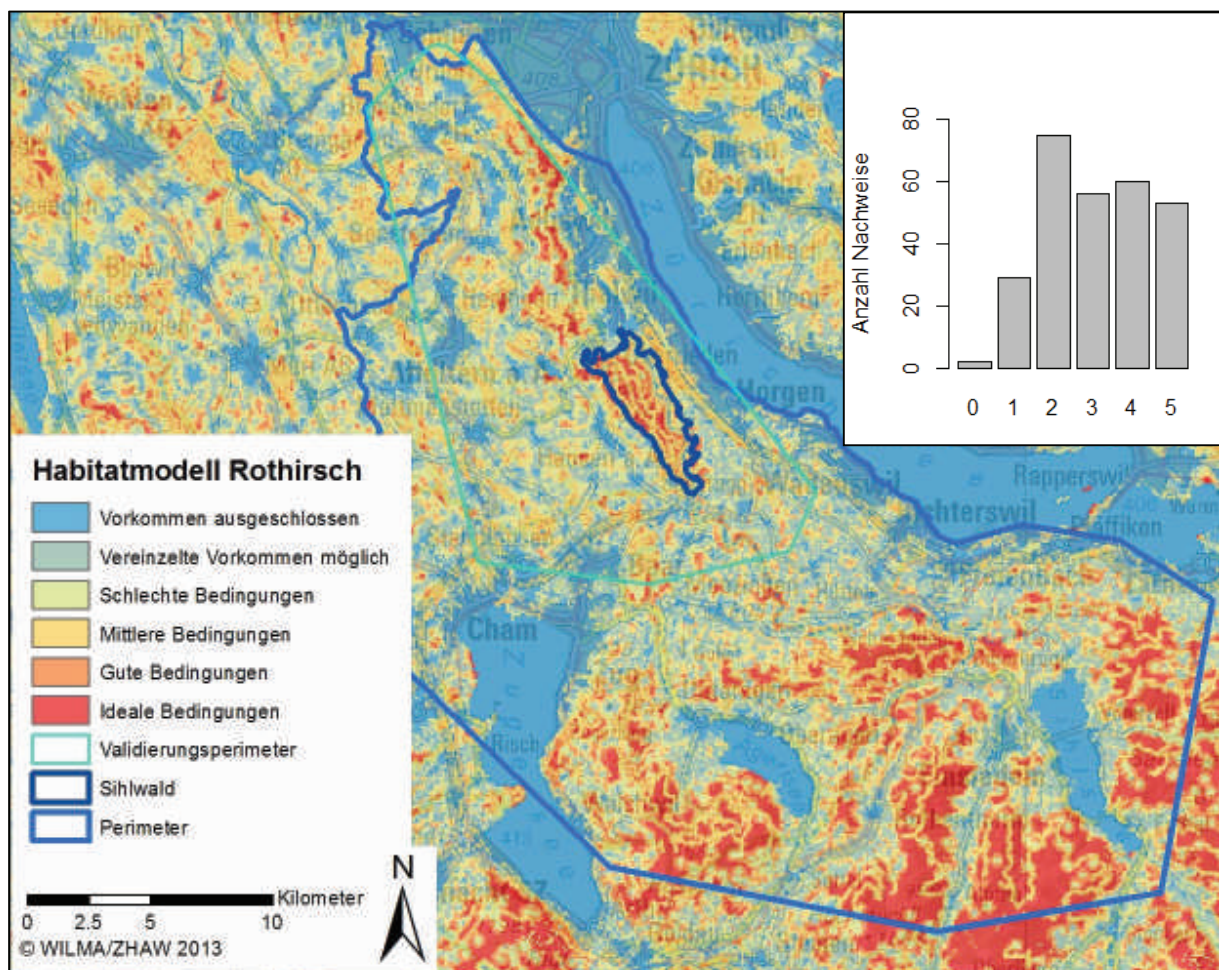


Abb. 16. Habitatmodell für den Rothirsch und die Verteilung der Punktnachweise pro Klasse (0 = Vorkommen ausgeschlossen; 5 = Ideale Bedingungen; n = 245).

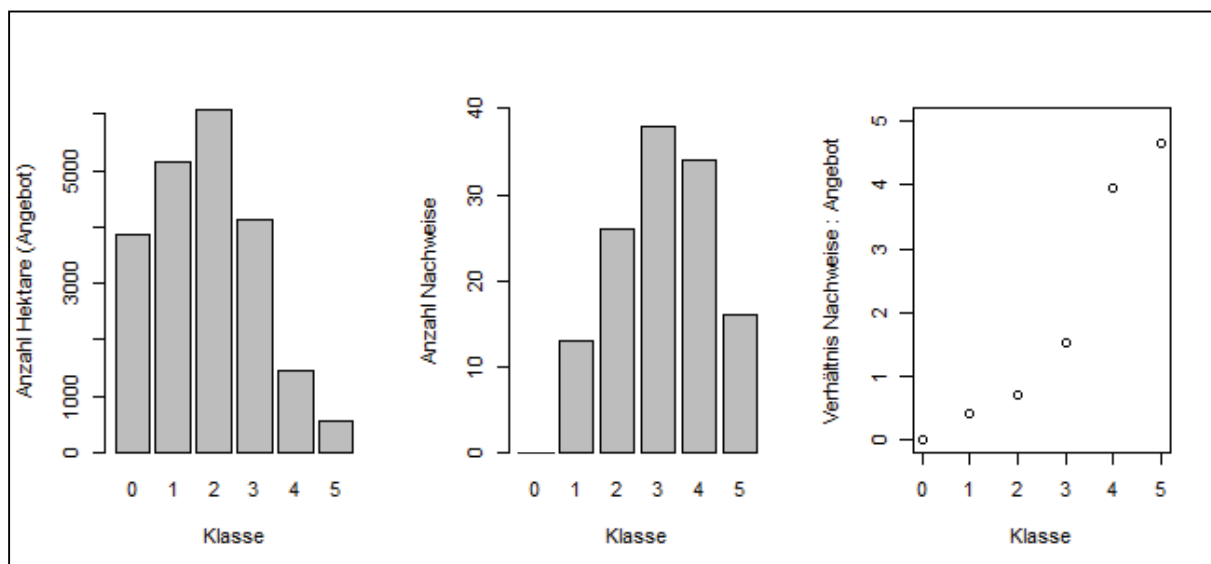


Abb. 17. Verteilung der Anzahl Hektarzellen pro Klasse des Habitatmodells im Sihlwald und seiner Umgebung ($n = 127$; Abschüsse, Sichtbeobachtungen und Trittsiegel).

3.4 Kantonale Jagd- und Fallwildstatistiken (1999 - 2012)

In den Kantonen Schwyz, Zug und Zürich kam der Rothirsch im Untersuchungszeitraum von 1999 - 2012 in markant unterschiedlicher Anzahl vor (Abb. 18). Im Kanton Schwyz schwankten die Angaben zum Bestand von 1999 - 2011 zwischen rund 430 und 600, im Kanton Zug zwischen 25 und 40 und im Kanton Zürich zwischen 26 und 87 Individuen. In allen drei Kantonen war eine Bestandeszunahme seit 2006 ersichtlich. Da sich der Abschussplan aus der Bestandesschätzung ableitet (BAFU 2010), stiegen in den letzten Jahren auch die Abschusszahlen in allen drei Kantonen an. Im Kanton Schwyz lag die Abgangsquote (Abschuss + Fallwild) in den untersuchten Jahren zwischen 31 und 42 %, im Kanton Zug zwischen sieben und 56 % und im Kanton Zürich zwischen 14 und 50 %. Die Fallwildzahlen bewegten sich im Kanton Schwyz zwischen 10 und 30, wobei kein Anstieg auszumachen war. Im Kanton Zug bewegten sich die Zahlen zwischen 0 und 3, im Kanton Zürich zwischen 0 und 4 Stück Fallwild.

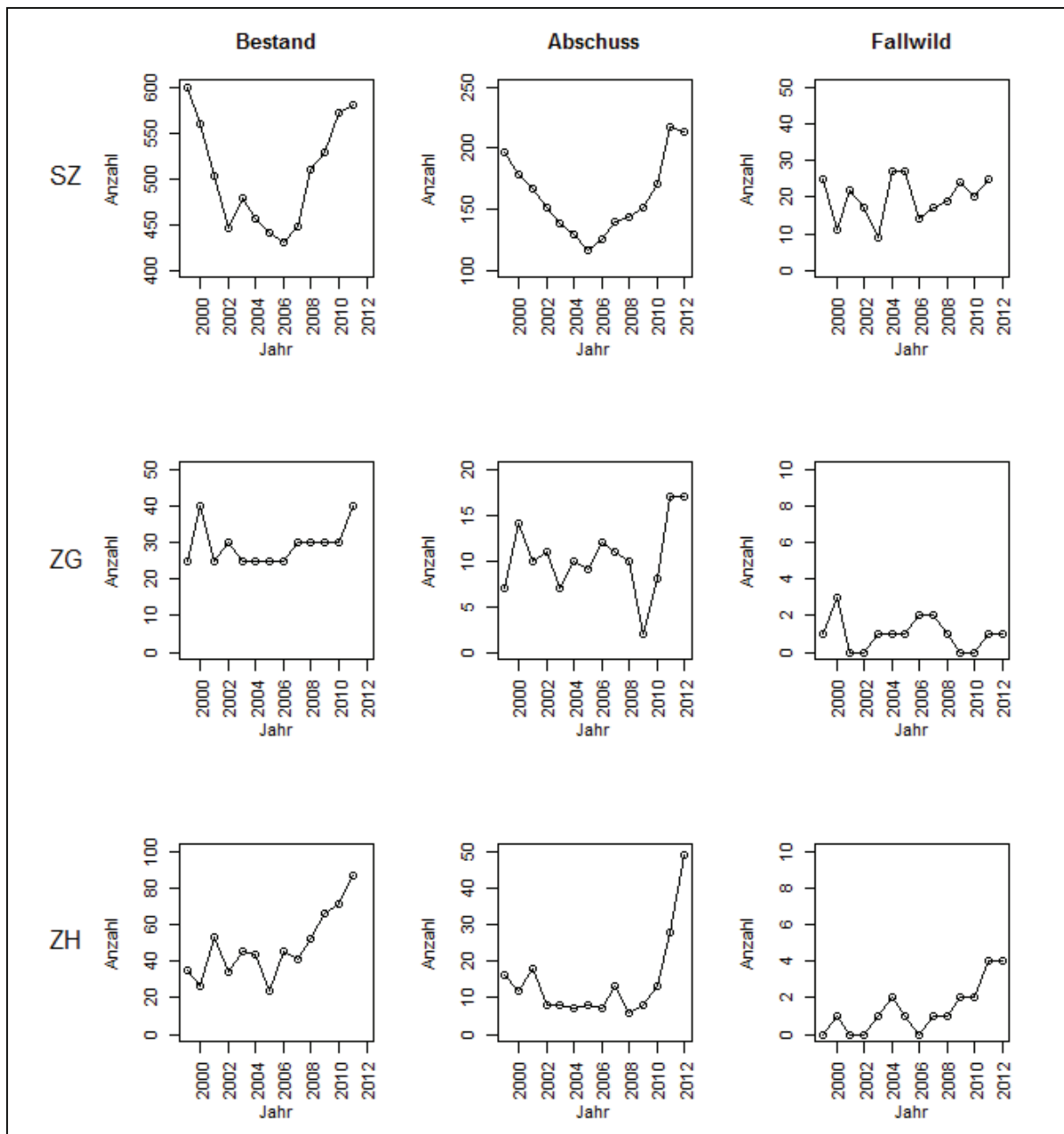


Abb. 18. Bestandes-, Abschuss- und Fallwildzahlen der Kantone Schwyz (SZ), Zug (ZG) und Zürich (ZH).

4. Diskussion

In den folgenden Kapiteln gehe ich zuerst auf die angewendeten Methoden dieser Studie ein. Die Resultate diskutiere ich gegliedert nach den Hypothesen und schliesslich stelle ich im Ausblick Überlegungen zu möglichen weiterführenden Untersuchungen an.

4.1 Methoden

4.1.1 Monitoring mit Fotofallen

Die Zusammenarbeit mit Fach- und Ortskundigen im Gebiet des Wildnisparcs Zürich hat sich bewährt. So konnten wir das Fotofallenmonitoring zügig einrichten. Obwohl der Zeitpunkt dazu (22. November) aufgrund des Blattfalls nicht optimal war, fanden wir in jedem 250 x 250 m Quadrat geeignete Wildwechsel. Die lückenlosen Daten, die an jedem Standort mit mehreren Tierarten generiert wurden, sind Zeichen dafür, dass ich die Fallen zielführend montiert und eingestellt hatte.

In den knapp sechs Monaten kamen 31 Hirschnachweise zustande. Selbstverständlich ist es denkbar, dass die Hirsche die zufällig ausgelosten 250 x 250 m Quadrate nicht zwingend zu durchqueren hatten und ihre bevorzugten Wechsel an diesen Quadraten vorbeiführten. Das gewählte Versuchsdesign erlaubte aber die Annahme, dass jede andere zufällige Auswahl der Quadrate ein ähnliches Resultat geliefert hätte.

4.1.2 Befragung

Mit der Befragung von Mitarbeitenden der kantonalen Jagd- und Forstverwaltungen, Wildhütern, Förstern, Mitarbeitenden des Wildnisparcs Zürich und Jägern gingen wir jene Zielgruppen an, die innerhalb des Perimeters über fundiertes Wissen und entsprechend über zuverlässige Informationen zum Rothirschvorkommen verfügten. Bereitwillig stellten sich sämtliche angefragten Personen für ein Interview zur Verfügung und lieferten teilweise aus eigenem Antrieb schriftliche Zusatzinformationen mit bzw. nach. Mitarbeitende der Verwaltungen hatten aufgrund ihrer Funktion Kenntnisse und Zugang zu Jagd- und Fallwildstatistiken. Zudem steuerten sie Informationen zu hirschbedingten forstlichen Schäden bei. Darüber hinaus wussten sie Bescheid über Projekte, die im Zusammenhang mit dem Rothirsch durchgeführt worden waren. So holten wir das vorhandene Wissen bei den in diesem Zusammenhang wichtigsten Informationsträgern in seiner Gesamtheit ab. Dabei entstanden auch Informationen, in welchen Gegenden bisher noch nie Hirsche beobachtet wurden.

Viele Informationen, die aus den Befragungen hervor gingen, waren bisher nicht systematisch erfasst worden und lagen zwischen allen Zielgruppen - aber auch innerhalb dieser - in unterschiedlicher Genauigkeit vor. Einige Befragte führten akribisch genau Buch über jeden einzelnen Hirschnachweis, andere erinnerten sich im Verlauf des Interviews an zusätzliche Beobachtungen und ergänzten ihre Aussagen. Zudem fiel während der Gespräche auf, dass sich die Befragten an Standorte und Zeitpunkte erst kürzlich erbrachter Nachweise exakter erinnerten als an frühere. Je weiter diese zurück lagen, desto ungenauer wurden insbesondere die Angaben zum Zeitpunkt. Weiter wurde von Befragten angeregt, dass sämtliche Nachweise mit Vorsicht zu verwenden sind, da sie durch unterschiedlichen Nachweisaufwand zustande kamen (K. Henggeler, H.P. Nussbaumer, W. Stocker). So ist es z.B. für Förster wahrscheinlicher, in Gebieten Nachweise zu erbringen, wo sie häufiger arbeiten. Zudem schätzten die Befragten ihre Aussagen bezüglich Genauigkeit unterschiedlich ein. Während für die einen bestimmte Angaben nicht zuverlässig genug waren, hätten diese bei anderen noch als exakt gegolten.

Insgesamt lag inklusive der Nachweise aus dem Fotofallenmonitoring ein Datensatz mit Punkt-, Linien- und Flächendaten vor, wobei die Punktdaten den grössten Anteil an Rothirschnachweisen stellten. Diesen habe ich verwendet im Wissen, dass er heterogen und unvollständig ist. Deshalb habe ich je nach Auswertung die geeigneten Daten selektiert.

4.2 Fragestellungen

4.2.1 Verbreitung des Rothirsches im Wildnispark Zürich

Wo halten sich die Rothirsche im Wildnispark Zürich auf?

Hypothese: Die Rothirsche halten sich im WPZ vor allem in der ruhigen Kernzone oder in wenig gestörten Gebieten ausserhalb der Kernzone auf.

Der Rothirsch gilt als störungsempfindliche Tierart. Anthropogene Störungen beeinflussen seinen Aktivitätsrhythmus und seine Energiebilanz (Bergmann & Wille 2001). Dies äussert sich z.B. im Meiden wegnaher Lebensräume (Sibbald 2011), in Nachtaktivität (Suter et al. 2005) und vermehrter Nahrungsaufnahme im Waldesinnern (Reimoser 1990). Insbesondere reagieren Hirsche auf Aktivitäten abseits von Wegen (Petrač 2009, Burghardt et al. 2012). Aufgrund dieser Empfindlichkeit von Rothirschen für menschliche Störungen war zu erwarten, dass im Verhältnis zur Anzahl Fotofallen innerhalb der Kernzone, wo menschliche Aktivitäten untersagt sind, mehr Nachweise erbracht werden als ausserhalb. Diese Vermutung hat sich gemäss den Häufigkeiten der Nachweise tendenziell bewahrheitet.

Im Fotofallenmonitoring wurde der Rothirsch mit Ausnahme des Gürtels der Standorte 7, 9, 12 und 16 im ganzen Sihlwald nachgewiesen. Die Tatsache, dass z.B. die beiden Spiesser beidseits dieses Gürtels fotografiert wurden, lässt sich dadurch erklären, dass die Hirsche diese Zone entweder gänzlich umgingen oder sie Wildwechsel ohne Fotofallen benutzten. Hingegen scheint die rechte Seite der Sihl während der Versuchsdauer nicht besiedelt gewesen zu sein. Anzuführen ist aber, dass die Falle am Standort 16 aufgrund von Beobachtungen auf einer Treibjagd im November 2012 installiert wurde. Zu bedenken gilt es, dass Hirschhabitate weiträumig sind und sich der Hirsch keineswegs nur im Wald aufhält (Zweifel-Schielly 2005). Der gesamte Sihlwald ist folglich vielmehr als Teillebensraum zu verstehen. Zudem ist aus Gebieten mit dichter Besiedlung bekannt, dass die Verbreitung aufgrund der Lebensweise im Rudel nicht regelmässig verteilt, sondern geklumpt ist. Dadurch liesse sich auch erklären, weshalb Fotofallennachweise im Januar, Februar und April praktisch fehlen.

Die Zusatzinformationen aus den Befragungen ermöglichen die Beschreibung einer losen Besiedlungsgeschichte des Wildnisparks Zürich und dessen Umgebung durch den Rothirsch: Nach den Aussetzungen des Rothirsches in den Kantonen Glarus und Schwyz Ende der 1930er Jahre und der mutmasslichen Vermischung mit bereits aus dem St. Gallischen natürlich eingewanderten Hirschen wuchs der Bestand an und wurde Ende der 1950er Jahre erstmals in beiden Geschlechtern bejagt. Aus dieser Zeit sind bereits erste Beobachtungen im Gebiet der heutigen Jagdreviere Wädenswil und Horgen I des Kantons Zürich bekannt. Ebenso kamen Hirsche schon damals in den steilen Flanken südlich des Aegerisees vor. Die Jagd auf den Rothirsch wurde im Kanton Zug 1971 ermöglicht. Erste Einwanderungen in die Gebiete Höhrönen und Morgartenberg setzten Ende der 1970er Jahre ein. Anfang der 1980er Jahre wurden Schältschäden im Gebiet Buchenegg angetroffen. Seit Mitte der 1980er Jahre wurden Hirsche am Zugerberg nachgewiesen. Aufgrund dokumentierter Schältschäden hielten sich Hirsche am Höhrönen ebenso seit spätestens Mitte der 1980er Jahre auf. Zudem wurden in dieser Zeit im Jagdrevier Langnau a. A. vereinzelt Hirsche beobachtet. Am Zugerberg waren sie seit Ende der 1980er Jahre anzutreffen. Bis Anfang der 1990er Jahre überwinterten jährlich ca. 15 - 20 Rothirsche im Sparen bei Finstersee am Höhrönen. Anschliessend nahm die Anzahl Nachweise im Schwyzer Teil des Höhrönen ab (Osten), während im Zürcher Teil (Norden) bis Mitte der 1990er Jahre permanent Nachweise gelangen. Anschliessend gingen die Vorkommen im Höhrönen und am Morgartenberg zurück und stiegen erst ab Mitte bis Ende der 2000er Jahre wieder an. Heute ist der Rothirsch im Kanton Schwyz zumindest im Sommer flächendeckend verbreitet. Im Kanton Zug sind als Hauptgebiete der Höhrönen, der Morgartenberg, die Gebiete südwestlich des Aegerisees inkl. Hürital, der Zugerberg und die Baarburg zu nennen. Betreffend den Kanton Zürich können innerhalb des Perimeters vor allem die Gebiete am Höhrönen als vom Rothirsch besiedelt bezeichnet werden. Zudem kommt er entlang der Albiskette vor, insbesondere im Sihlwald.

4.2.2 Raum-Zeit-System des Rothirsches im Wildnispark Zürich

Unterscheiden sich die Aufenthaltsorte der Rothirsche im Wildnispark Zürich saisonal während des Untersuchungszeitraums?

Hypothese: Rothirsche haben abhängig von der Höhe über Meer (Schnee) und der Exposition (Sonneneinstrahlung/Temperatur), der Sicherheit, dem Nahrungsangebot und dem Sozialverhalten unterschiedliche Sommer- und Winterlebensräume. Der WPZ eignet sich als Ganzjahreslebensraum für den Rothirsch, wobei zu erwarten ist, dass im Winter Tiere aus höheren Lagen mit härteren Klimabedingungen zuwandern.

Aus dem Fotofallenmonitoring geht hervor, dass der Wildnispark Zürich vom Rothirsch als Winterlebensraum genutzt wird. Da in der Vergangenheit jagdliche Abschüsse aber bereits ab Mitte August gelangen, ist ebenfalls belegt, dass der WPZ auch im Sommer besiedelt ist. Dass im gesamten Perimeter am meisten Nachweise im Herbst erbracht wurden und am wenigsten im Winter, dürfte mit dem reduzierten Nachweisaufwand der Befragten in der kalten Jahreszeit zu tun haben. Ob im Winter Zuwanderung in den WPZ aus Gebieten mit härteren Bedingungen stattfindet, lässt sich hieraus nicht ableiten.

Der Rothirsch pflegt einen Aktivitätsrhythmus, der in mehrere Phasen der Bewegung und Phasen des Ruhens aufgeteilt ist (Bützler 1972). Charakteristisch sind Aktivitätsmaxima in der Dämmerung, also am Morgen und am Abend (Georgii & Schröder 1978, Georgii 1980, Bützler 1991). Beeinflusst wird dieser Rhythmus von Faktoren wie Tageslänge, Witterung, Störungen im Einstandsgebiet, Äsungsverhältnissen oder Licht-Dunkel-Wechsel und kann zudem von Tier zu Tier variieren (Aschoff 1966). Untersuchungen in verschiedenen Höhenlagen ergaben, dass Tiere in Tallagen fast ausschliesslich nachts aktiv waren, während die Aktivität in Hochlagen über den ganzen Tag verteilt war (Georgii 1980). Aus Telemetriestudien im Kanton Glarus ist bekannt, dass Wald gegenüber Offenland bevorzugt wird (Zweifel-Schielly 2005). Der Rothirsch ist in der Lage, sein Aktivitätsmuster den örtlichen Gegebenheiten anzupassen (Schütte-Krug & Filli in Filli & Suter 2006). Dabei können sie ihre Äsungsperioden während der Nacht ausdehnen und am Tag unterdrücken (Bützler 1991). Verlagerung der Aktivität kann als Folge menschlicher Störungen interpretiert werden. Die tageszeitliche Verteilung der Nachweise aus dem Fotofallenmonitoring im Sihlwald deutet auf eine recht ausgeprägte Nachtaktivität bei den Hirschen hin, was im stadtnahen Erholungsgebiet durchaus zu erwarten war.

Ein weiterer Hinweis auf die Vermeidung menschlicher Störungen ist, dass sich die Hirsche innerhalb der Kernzone in den frühen Morgenstunden 1 Stunde länger (Nachweise bis 06:00 Uhr) und am Nachmittag 1 Stunde früher (ab 14:00 Uhr) bewegten. Zwischen 20:00 Uhr und 01:00 Uhr waren sie nur ausserhalb nachzuweisen. Es macht den Anschein, als hätten die Hirsche ihren Tageseinstand innerhalb der Kernzone, würden sich im Laufe des Abends hinausbegeben und kehrten gegen Morgen zurück. Diese Hypothese deckt sich mit den Erfahrungen von Schütte-Krug & Filli (2006), die besagen, dass Hirsche ihren Tageseinstand hauptsächlich nach Schutz- und Ruhekriterien aussuchen und nicht primär nach dem Nahrungsangebot. Für erhärtete Aussagen zum Raum-Zeit-System der Hirsche im WPZ bräuchte es aber regelmässige Daten mit kleineren Zeitintervallen.

4.2.3 Bestandeszusammensetzung des Rothirsches im Wildnispark Zürich

Wie gross ist der Rothirschbestand im WPZ und wie ist er zusammengesetzt?

Hypothese: Im Jahr 2011 wurden gleichzeitig maximal zwölf Rothirsche beobachtet (mündl. Mitt. M. Bächtiger 2012). Bei Frühjahrsbestandeszählungen im Jahr 2012 waren es zwei Individuen. Es wird erwartet, dass der derzeitige Bestand zwischen zwei und zwölf Individuen liegt.

Der Rothirschbestand während des Untersuchungszeitraums des Fotofallenmonitorings umfasste mindestens fünf Individuen (3 Stiere, 1 Kuh, 1 Kalb). Werden die nicht identifizierbaren Individuen aus dem Fotofallenmonitoring als einzelne Individuen gezählt, so berechnet sich der Bestand auf zwölf Individuen. Es ist möglich, dass im Fotofallenmonitoring nicht alle Individuen erfasst wurden. Deshalb kann es sein, dass sich auch mehr als zwölf Individuen im WPZ aufhielten. Aufgrund der zeitlichen und örtlichen Abfolge der Bilder liegt die Vermutung aber nahe, dass es sich bei den unbekanntem Spiessern mindestens teilweise um die bekannten beiden Individuen handeln könnte (Anhang D). Tendenziell dürfte deshalb die Dichte des Winterbestandes im WPZ eher bei 0.5 als bei 1.1 Individuen/km² gelegen haben. Aufgrund von Zählergebnissen wurden in der Nationalparkregion ganzjährige Dichten zwischen 3.4 - 4.2 Individuen/km² berechnet, wobei dort die Schwankungen zwischen Sommer- und Winterbestand enorm gross sind (Haller 2002). Anzumerken ist, dass es sich bei den Hirschen mit Teillebensraum Sihlwald nicht um einen geschlossenen Bestand handelt. Obwohl aus den erhobenen Daten weder Zu- noch Abwanderung belegt werden konnte, so wären diese aufgrund der Gegebenheiten zumindest möglich.

Beim Rothirsch wird zur Stabilisierung des Bestandes der theoretische jährliche Zuwachs von 32 - 35 % abgeschöpft (Abschuss + Fallwild). Es macht den Anschein, dass der Kanton Schwyz in den Jahren 1999 - 2011 dieses Ziel verfolgt hatte. Mit Ausnahme der Höchstquoten von 37 % im Jahr 1999, 38 % in den Jahren 2001 und 2002 sowie 41 % im Jahr 2011 und der Tiefstquote von 31 % im Jahr 2003 bewegten sich die Abgangsquoten im Bereich der Zuwachsrate. Der Bestand schwankte also, obwohl die Abgangsvorgaben zur Stabilisierung des Bestandes eingehalten wurden. Im Kanton Zug war die Abgangsquote durchwegs eher hoch. Ausgenommen von Tiefstwerten von 7 % im Jahr 2009 und 27 % im Jahr 2010 sowie den Werten innerhalb des theoretischen Zuwachses von 32 % in den Jahren 1999 und 2003 lag die Abgangsquote stets über der Zuwachsrate, und trotzdem stieg der Bestand an. Im Kanton Zürich hingegen war die Abgangsquote durchwegs eher tief. Mit Ausnahme der Höchstwerte von 46 % im Jahr 1999, 50 % im Jahr 2000, 38 % im Jahr 2005 und 37 % im Jahr 2011 sowie den Werten innerhalb des theoretischen Zuwachses von 34 % in den Jahren 2001 und 2007 lag die Abgangsquote stets unter der Zuwachsrate. Es überrascht also nicht, dass der Bestand anwuchs. Regelmässig hohe Fallwildzahlen dienen als Indikator für jagdlich zu wenig genutzte Wildbestände (BAFU 2010). Die Fallwildzahlen bewegten sich in allen Kantonen auf konstant tiefem Niveau zwischen 0 - 8 % des geschätzten Bestandes. Insbesondere für die Kantone Zug und Zürich mit vergleichsweise wenig Hirschkvorkommen ist aufgrund dieser Zahlen schwierig abzuschätzen, ob die Bejagung im angemessenen Rahmen liegt, denn in Gebieten mit geringer Dichte ist grundsätzlich mit wenig Fallwild zu rechnen.

4.2.4 Wanderrouten des Rothirsches im Wildnispark Zürich

Welches sind die grossräumigen Wanderrouten des Rothirsches zum und aus dem WPZ?

Hypothese: *Wanderrouten des Rothirsches sind in südlicher und östlicher Richtung vorhanden und verbinden die Gebiete des Wildnisparcs Zürich mit den bekannten Rothirschgebieten der Höhrnenkette und des Zugerbergs.*

Die Wanderrouten wurden von den zu Rothirschnachweisen Befragten grob eingezeichnet. Als Folge davon verbinden die Routen die bekannten Hirschgebiete untereinander. Ergänzend zu den bezeichneten Wanderrouten dürften sich die Hirsche - wie von den Befragten genannt - auch der Sihl entlang bewegen.

Der Rothirsch wandert aus verschiedenen Gründen. Einerseits sind Saisonale Wanderungen auch in der Schweiz bereits mehrfach dokumentiert worden (Blankenhorn et al. 1979, Haller 2002, Zweifel-Schielly 2005, Schnyder 2012). Der Wechsel der saisonalen Einstände lässt sich durch die Bedürfnisse Sicherheit, Nahrung, Temperaturverträglichkeit sowie durch das Sozialverhalten erklären. Solche teilweise grossräumigen Ortswechsel reichen mehrere Kilometer weit (Schatz & Duscher 2010) und werden über mehrere Jahrzehnte zwischen denselben Gebieten vorgenommen (Filli et al. 2007). Andererseits sind Wanderungen bei einigen Säugetierarten Bestandteil ihres Ausbreitungsverhaltens. Oftmals sind es junge und rangniedere Tiere, die als „Überschuss“-Tiere abwandern müssen, da ihr ursprünglicher Lebensraum aufgrund hoher Populationsdichte gesättigt ist (Gossow 1999). Weiter ist belegt, dass Söhne weiter und öfter abwandern als Töchter (Clutton-Brock et al. 2002). Dazu würde passen, dass im WPZ zwei Spiesser und ein Achter mit Fotofallen festgehalten wurden.

Das verwendete Habitatmodell für den Rothirsch bewertete sämtliche bestehenden Verbreitungsgebiete als günstige Lebensräume. Folglich liegt die Erwartung nahe, dass die im Habitatmodell dargestellten, geeigneten Lebensräume vom Rothirsch künftig besiedelt werden. Diese muss aber nicht zwingend erfüllt werden, da das Habitatmodell z.B. unterbrochene Ausbreitungsachsen nicht berücksichtigt.

4.3 Ausblick

Im Laufe dieser Studie sind aufgrund der Methodenrecherche, des Fotofallenmonitorings, der Befragung und der Verwendung des GIS-basierten Habitatmodells viele Daten und Informationen zusammengekommen. Nicht alle fanden im Rahmen dieser Arbeit Verwendung. Im Folgenden lege ich Vorschläge zu weiterführenden Projekten dar.

4.3.1 Weiterführen des Fotofallenmonitorings

Das systematische Fotofallenmonitoring lieferte Daten zum Vorkommen des Rothirsches im Wildnispark Zürich, dessen räumlicher und zeitlicher Verteilung, sowie zur Bestandeszusammensetzung von Ende November 2012 bis Mitte Mai 2013. Nach Abschluss des Projekts regte ich an, das Monitoring weiterzuführen, was von den Betreuern gutgeheissen wurde. Dadurch entstehen nun Daten zu den übrigen Jahreszeiten. Eine Fortführung des Monitorings 2014 würde einem zweiten Durchgang gleichkommen, wodurch Vergleiche mit den hier generierten Erkenntnissen ermöglicht würden. Denkbar wäre auch eine Wiederholung im Abstand von fünf oder zehn Jahren, um Veränderungen im Rothirschvorkommen im Sihlwald zu dokumentieren.

Zur detaillierteren Informationsbeschaffung wurde das Fotofallenmonitoring ab Juni 2013 mit zusätzlichen Fallen ergänzt. Dadurch sollen z.B. Fangstandorte im Hinblick auf das *Interdisziplinäre Forschungsprogramm Wildnispark Zürich - Teilprojekt Wildhuftiere und Besucher* evaluiert werden. Weiter wäre zu prüfen, inwiefern aus der Fotorate (Fotos pro Versuchsdauer) auf die Häufigkeit geschlossen werden kann (Rovero et al. 2009). Diese Index-Methode wurde an Ducker *Cephalophus harveyi* entwickelt, um Bestandesdichten bei Wildhuftieren zu schätzen, die im Wald leben.

Das Fotofallenmonitoring erzeugte Daten zu verschiedenen Tierarten (Anhang E). Tierart-spezifische Auswertungen der Bilder dürften Erkenntnisse zu einzelnen Arten liefern. Darüber hinaus könnten möglicherweise auch Interaktionen zwischen den Arten ergründet werden. Zudem sind als technische Themen Vergleiche der beiden in dieser Studie eingesetzten Fallentypen geeignet. Zu analysieren wären Auslösewahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von Distanz und Körpergrösse, oder Reaktionen der Tiere auf die Fallen.

4.3.2 Interdisziplinäres Forschungsprogramm WPZ - Wildhuftiere und Besucher

Aufgrund der festgestellten Rothirschdichte im WPZ sollte der Fokus im Teilprojekt *Wildhuftiere und Besucher des Interdisziplinären Forschungsprogramms Wildnispark Zürich* nicht zu sehr auf den Rothirsch ausgerichtet sein. Hirsche einzufangen ist aufwändig, bedarf Übung und guter methodischer Voraussetzungen (Willisch et al. 2013). Der Fang von Rehen verlangt zwar ebenso detaillierte Vorbereitungen wie derjenige von Hirschen (Weilnböck 2013), dürfte aber wegen deren höherer Dichte und der zumindest im Sommer regelmässigeren Verteilung im Sihlwald einfacher zu bewerkstelligen sein (Imfeld 1996).

Die Sendereinstellungen der GPS-Halsbänder sollen das Ergründen der Fragestellungen zulassen und gleichzeitig die Batterieleistung nicht zu sehr beanspruchen. Zum Beschreiben des Raum-Zeit-Verhaltens des Rothirsches werden im Schweizerischen Nationalpark mit Einstellungen von sechs Positionen pro Tag gute Erfahrungen gemacht. Dadurch sind Daten über zwei Jahre garantiert, was zudem Vergleiche zwischen Jahren ermöglicht. Zur detaillierteren Erforschung des Verhaltens sind z.B. auch einmal wöchentlich während 24 Stunden Intervalle von 10 Minuten denkbar. Solche Daten lassen sich bezüglich Streifgebietsgrösse, Habitatnutzung und saisonalen Wanderrouten auswerten.

In Kombination mit dem Fotofallenmonitoring besteht darüber hinaus die Möglichkeit, eine Methode der Bestandesschätzung ohne die Voraussetzung individueller Erkennung der Tiere durchzuführen (Rowcliffe et al. 2008). Aus den Erkenntnissen der Telemetriestudie und mit Hilfe eines zweidimensionalen Gas-Modells kann auf die Bestandesdichte geschlossen werden. Dazu sind die Variablen *mittlere Gruppengrösse*, *Tagesdistanz eines Individuums* und *Erfassungsbereich der Fotofallen* erforderlich.

4.3.3 Bestandesschätzung, Ausbreitung und Genetik

Eine systematische Dokumentation der Sichtbeobachtungen von Rothirschen liesse unter bestimmten Voraussetzungen Bestandesschätzungen zu (Rönnegard et al. 2006). Während einer definierten Zeitperiode nehmen z.B. Jäger Beobachtungen nach Geschlecht und Gruppengrösse auf. Über die Jahre entstehen Daten, welche die Bestandesentwicklung abbilden.

Die Methodentests haben ergeben, dass indirekte Nachweise von Rothirschen im Sihlwald zurzeit schwierig zu finden sind (Anhang A). Unter der Annahme, dass in den kommenden Jahren eine Bestandeszunahme im Sihlwald eintritt, ist eine erneute Prüfung von Schätzmethoden aufgrund indirekter Nachweise angebracht. So könnte die Bestandesgrösse z.B. über Kotproben und deren genetische Analyse mit Hilfe von Fang-Wiederfang-Modellen geschätzt werden (Minisatelliten; Schikora 2007, Acevedo et al. 2008, Hohmann et al. 2011).

Lineare Landschaftselemente bilden Barrieren in der Ausbreitung für Wildhuftiere (Hepenstrick et al. 2012). Im Suret (Kanton Aargau) wurden beim Reh verschiedene Populationen genetisch unterschieden (Microsatelliten und mitochondriale DNA). Die eingezäunte Autobahn A1 wirkte sich dabei mehr aus als die Aare oder die nicht eingezäunte Bahnlinie der SBB. Aus der Übersiedlungsaktion eines männlichen Rothirsches vom Oberaargau in den Jura ist bekannt, dass dieser die Autobahn später selbständig wieder überquerte und zurück in den Oberaargau wanderte (BAFU 2011). Zumindest adulte Hirsche sind also in der Lage, die Zäune zu überwinden. Dennoch ist zu erwarten, dass die Barrierewirkung - wenn auch in abgeschwächter Form - auch für den Rothirsch besteht. Diese könnte durch Vergleiche genetischer Proben aus verschiedenen Gebieten überprüft werden (Kinser & Herzog 2008, Hepenstrick et al. 2012). Darüber hinaus könnte der Verwandtschaftsgrad der Hirsche im Perimeter dieser Studie oder deren Abstammung ergründet werden.

Für den Alpenraum wurden Verbreitung und Zusammenhänge der Rothirschlebensräume modelliert (Sedy & Hölzl 2011). Dabei wurden Korridore und Barrieren mit Hilfe von GIS visualisiert. Solche Berechnungen könnten auch für das Schweizer Mittelland angestellt werden. In Kombination mit Telemetriedaten und Daten aus genetischen Studien würden diese Modelle zudem auf ihre Aussagekraft überprüfbar.

5. Literaturverzeichnis

- Acevedo P., Ruiz-Fons F., Vicente J., Reyes-Garica A.R., Alzaga V. & Gortazar C. 2008. Estimating red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats. *Journal of Zoology*. pp. 11.
- Anonymus. Rothirsch-Trophäenschau in Schwyz. pp. 3.
- Aschoff J. 1966. Circadian Activity Pattern with Two Peaks. *Ecology* 47. pp. 657-662.
- Bergmann H.-H. & Wille V. 2001. Störungsökologie: Flüchten oder gewöhnen? – Feindabwehrstrategien wildlebender Tiere als Reaktion auf Störsituationen. *Laufener Seminarbeiträge* 1/01. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. Laufen/Salzach. pp. 17-21.
- Blankenhorn H.J., Buchli Ch., Voser P. & Berger Chr. 1979. Bericht zum Hirschproblem im Engadin und im Münstertal. *Proget d'ecologia*. pp. 160.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P. & Laake J.L. 2001. *Introduction to Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press, Oxford, UK. pp. 432.
- Bundesamt für Umwelt BAFU 2010. *Wald und Wild - Grundlagen für die Praxis. Wissenschaftliche und methodische Grundlagen zum integralen Management von Reh, Gämse, Rothirsch und ihrem Lebensraum*. Umwelt-Wissen Nr. 1013. Bern. pp. 232.
- Bundesamt für Umwelt BAFU 2011. *Übersiedlungsaktion in den Jura: Rothirsch quert Autobahn*. Medienmitteilung vom 02.03.2011. pp. 1.
- Burghardt F., Hagen R., Heurich M., Rummel A. & Suchant R. 2012. Reaktion unbejagter Rothirsche eines Nationalparks und Reaktion von Rothirschen einer intensiv bejagten Population auf Freizeitaktivitäten abseits ausgewiesener Wege. *Typoskript*. pp. 45.
- Burki S. 2008. Vergleich der Effizienz einer neuen und einer etablierten Nachweismethode für Baummartener (*Martes martes* Linnaeus 1758). *Diplomarbeit*. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW. Wädenswil. pp. 38.
- Bützler W. 1972. *Rotwild*. BLV-Jagdbuch. pp. 164.
- Bützler W. 1991. *Rotwild: Biologie, Verhalten, Umwelt*. BLV-Jagdbuch. 4., überarb. Auflage. pp. 255.
- Clutton-Brock T.H., Coulson T.N., Millner-Gulland E.J., Thomson D., Armstrong H.M. 2002. Sex differences in emigration and mortality affect optimal management of deer populations. *Nature* 415. pp. 633-637.
- Ebert C.M. 2011. *Non-invasive genetic approaches to estimate ungulate population sizes in the Palatinate Forest, south-west Germany*. Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the degree Doctor rer. nat. of the Faculty of Forest and Environmental Sciences, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau. Germany. pp. 132.
- Eckervall A. 2007. *Comparison of plot survey and distance sampling as pellet group counts for deer in Sweden*. Honours thesis 20 p. Skövde. pp. 34.
- Filli F., Campell S. & Meyer D. 2007. *Summer and Winter Ranges of Red Deer Hinds in the Swiss National Park*. 1st International Conference on Genus Cervus. Primiero, Trentino, Italy. Abstracts. pp. 1.
- Georgii B. 1980. *Untersuchungen zum Raum-Zeit-System weiblicher Rothirsche Cervus e. elaphus im Hochgebirge*. Dissertation. Fak. Biol. LM-Universität München.
- Georgii B. & Schröder W. 1978. Radiotelemetrisch gemessene Aktivität weiblichen Rotwildes (*Cervus elaphus* L.). *Z. Jagdwiss.* 24. pp. 9-23.

- Gossow H. 1999. Wildökologie - Begriffe, Methoden, Ergebnisse, Konsequenzen. Verlag Dr. Kessel. Remagen-Oberwinter. pp. 320.
- Graf R.F., Bächtiger M., Perron M. & Robin K. 2011. Rothirschkonzept des Kantons Aargau. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA. Bericht für die Sektion Jagd und Fischerei des Kantons Aargau. Wädenswil. pp. 29.
- Graf R.F., Bächtiger M., Scherrer D. & Robin K. 2008. Lebensraumanalyse und Entwicklung der Schalenwildbestände im Kanton Schwyz. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Fachstellen Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA und Bodenökologie, Bericht für die Dienststelle Jagd und Fischerei des Kantons Schwyz. pp. 90.
- Haller H. 2002. Der Rothirsch im Schweizerischen Nationalpark und dessen Umgebung. Eine alpine Population von *Cervus elaphus* zeitlich und räumlich dokumentiert. Nat.park-Forsch. Schweiz 91.
- Hepenstrick D., Thiel D., Holderegger R., Gugerli F. 2012. Genetic discontinuities in roe deer (*Capreolus capreolus*) coincide with fenced transportation infrastructure. GfÖ Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland. Basic and Applied Ecology 13. pp. 631-638.
- Hohmann U., Rahlfs M., Ebert C. 2011. Die Rotwildzählung - Entwicklung genauer Zählverfahren für Rotwild. Forstinfo 1/11. pp. 2.
- Imfeld S. 1996. Tages- und jahreszeitliche Verteilungsmuster des Rehs *C. capreolus* im Sihlwald. Diplomarbeit. Abteilung Ethologie und Wildforschung. Zoologisches Institut der Universität Zürich. pp. 72.
- Kinser A. & Herzog S. 2008. Genetisches Monitoring von Rotwild in Niedersachsen - Ergebnisse einer Langzeitstudie. Typoskript. pp. 27.
- Laass J. 2002. Fotofallen-Monitoring im westlichen Berner Oberland 2001. Fotofallen-Extensiv-Einsatz 2001, Fotofallen-Intensiv-Einsatz Winter 2001/2002. KORA-Bericht Nr. 14. Muri/Bern. pp. 27.
- Long R.A., MacKay P., Zielinski W.J., Ray J.C. (Editors). 2008. Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press, Washington DC, USA. pp.399.
- Marques F.F.C., Buckland S.t., Goffin D., Dixon C.E., Borchers D.L., Mayle B.A. Peace A.J. 2001. Estimating deer abundance from line transect surveys of dung: sika deer in southern Scotland. Journal of Applied Ecology 38. pp. 349-363.
- Muggli J. 2011. Die Hirsche kommen (zurück) - was nun? Kanton Luzern. Präsentation anlässlich der Wald-Wild-Weiterbildung der Arbeitsgruppe Wald und Wildtiere des Schweizerischen Forstvereins. pp. 20.
- Petrak M. 2009. Rotwild im Nationalpark Eifel - Leitart zum Ausgleich der Menschen und der Wildtiere. Das Monschauer Land 38. pp. 18-24.
- Reimoser F. 1990. Tourismus als Mitverursacher von Wildschäden am Wald. Österreichs Weidwerk 8/90. pp. 24-26.
- Righetti A. in Hausser J. et al. 1995. Säugetiere der Schweiz. Verbreitung, Biologie, Ökologie. Birkhäuser Verlag. Basel, Boston, Berlin. pp. 501.
- Robin K., Lienhard A., Nufer A. & Ernste, H. 2000. Neubewertung der Jagdreviere im Kanton St. Gallen für die Pachtperiode 2000-2008. Eine Studie im Auftrag des Finanzdepartements des Kantons St. Gallen, Büro habitat, Uznach. pp. 16 (ohne technischen Anhang).
- Rönnegard L., Sand H., Andren H., Mansson J., Pehrson A. 2006. Evaluation of four methods used to estimate population density of moose (*Alces alces*). Uppsala, Sweden. unpublished. pp. 45.

- Rovero F. & Marshall A.R. 2009. Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *Journal of Applied Ecology* 46. pp. 1011–1017.
- Rowcliffe J.M., Field J., Turvey S.T., Carbone C. 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*. 45. pp. 1228–1236.
- Ruhlé C. & Juesy P. 2006. Rothirschkonzept 2006 des Kantons Bern. Schlussfassung. Schmerikon/Bern. Typoskript. pp. 33.
- Schatz H. & Duscher A. 2010. Rotwildbesenderung und Rotwildmarkierung im Rätikon - Erste Ergebnisse. *Vorarlberger Jagd*. pp. 4-6.
- Schikora T.F. 2007. Felduntersuchung zur nicht-invasiven Kotprobengewinnung von Wildschweinen *Sus scrofa* im Pfälzerwald, zwecks Verwendung bei der Bestandesdichteschätzung auf Grundlage der Genotypisierung. Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main. Diplomarbeit. pp. 91.
- Schmidt P. 1971. *Der Hirsch in unseren Bergen*. Friedrich Reinhardt Verlag Basel. pp. 161.
- Schnyder J. 2010. Bestandserhebung mit Fotofallen im Wildnispark Zürich. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Fachstelle Wildtier- und Landschaftsmanagement WILMA. Wädenswil. pp. 28.
- Schnyder J. 2011. Voraussetzungen und Bedingungen für die Besiedlung der St. Galler Rheinauen durch den Rothirsch. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Wädenswil.
- Schütte-Krug K. & Filli F. 2006. Das tageszeitliche Aktivitätsmuster des Rothirsches *Cervus elaphus* in drei verschiedenen Gebieten im Schweizerischen Nationalpark. Masterarbeit am Institut für Wildbiologie und Jagdkunde der Universität Göttingen. In Filli F. & Suter W. 2006. Huftierforschung im Schweizerischen Nationalpark. *Nat.park-Forsch. Schweiz* 93. pp.241.
- Sedy K. & Hölzl M. 2011. Distribution and Connectivity of the Red Deer (*Cervus elaphus*) in the Alps. *econnect - Workpackage 5: Corridors and Barriers*. Wien. pp. 15.
- Sibbald A.M., Russell J.H., McLeod J.E., Gordon I.J. 2011. Responses of red deer (*Cervus elaphus*) to regular disturbance by hill walkers. *Eur J Wildl Res* 57. pp. 817–825.
- Signer C., Graf R. & Rupf R. 2013. Forschungskonzept Wildhuftiere und Besucher im Wildnispark Zürich (vertraulich). Interdisziplinäres Forschungsprogramm Wildnispark Zürich - Teilprojekt Wildhuftiere und Besucher. Forschungsgruppen Wildtiermanagement und Umweltplanung des Instituts für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Typoskript. pp. 22.
- Smart J.C.R., Ward A.I. and White P.C.L. 2004. Monitoring woodland deer populations in the UK: an imprecise science. *Mammal Rev. Volume 34. No. 1*. pp. 99–114.
- Spellerberg I.F. 2005. *Monitoring Ecological Change*. Cambridge University Press, New York. pp. 412.
- Stoeckle T. 2008. Estimation of a European Wildcat (*Felis silvestris*) population size with non-invasive Genetic sampling and camera trapping. Master Thesis. Department of conservation biology, University of Basel. pp. 38.
- Suter W., Zweifel-Schielly B., Moser, B., Fankhauser R., Kreuzer M. 2005. Nahrungswahl und Raumnutzung der Huftiere - ein eng verflochtenes System. *Forum für Wissen*. pp. 31 - 39.
- Thompson W.L., White G.C., Gowan C. 1998. *Monitoring Vertebrate Populations*. Academic Press, Inc. London. pp. 365.

Tottewitz F., Stubbe C. Ahrens M., Dobias K., Goretzki J. & Paustian K. - H. 1996. Die Lo-
sungszählung als Methode der Bestandesschätzung von wiederkäuenden Schalenwildarten.
Zeitung für Jagdwissenschaft 42. pp.111-122.

Weilnböck G.E.C. 2013. Zur Stressbelastung des Rehwilds (*Capreolus capreolus*) beim
Fang mit der Kastenfalle. Dissertation. Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-
Universität München. pp. 131.

Wiget J. 1985. Wildreservat Euthal – Rotwildeinsatz durch Heinrich Steinfels. Auszug aus
den Akten des Staatsarchivs Schwyz. Typoskript. pp. 5.

Willisch Ch., Boldt A., Bieri K., Hummel S. 2013. Ökologie und Verhalten des Rothirsches im
Schweizer Mittelland. Zwischenbericht. Bern. pp. 8.

Zimmermann F., Molinari-Jobin A., Weber J.-M., Capt S., Ryser A., Angst C., Breitenmoser-
Würsten C. & Breitenmoser U. 2005. Monitoring der Raubtiere in der Schweiz 2004. KORA-
Bericht Nr. 29. Muri/Bern. pp. 60.

Zimmermann F., Molinari-Jobin A., Molinari P., Siegenthaler A. & Breitenmoser U. 2006. Be-
richt zum Luchs-Monitoring mittels Fotofallen in den Nordwestalpen und der Zentralschweiz
West im Winter 2005/06. Typoskript. pp. 18.

Zweifel-Schielly B. 2005. Spatial and nutritional ecology of GPS-collared red deer in an Alpi-
ne region: the role of forage availability and quality. Diss.ETH No. 16055. pp. 106.

Anhang

Anhang A: Evaluierte Nachweismethoden

Anhang B: Verwendete Fotofallen

Anhang C: Anleitung der Befragung und Kontakte

Anhang D: Rothirschnachweise aus dem Fotofallenmonitoring

Anhang E: Tierarten und Beispielbilder aus dem Fotofallenmonitoring

Anhang F: Aufgabenstellung

Anhang G: Plagiatserklärung

Anhang A: Evaluierte Nachweismethoden

Track Plots

Bei der Methode mit *Track Plots* werden natürliche Substrate wie Sand, Schlamm oder Lehm entlang bestehender Wildwechsel so bearbeitet, dass Trittsiegel festgestellt werden können (Long et al. 2008). Durch die Anordnung mehrerer Flächen sowie eine Standardisierung des Aufnahmerhythmus liessen sich Verbreitung und relative Häufigkeit der Hirsche im WPZ beschreiben. Denkbar wäre auch, geeignete natürliche Stellen wie z.B. Bachläufe zu kontrollieren, da Trittsiegel bei Übergängen von Wildwechseln im feuchten Boden oft gut sichtbar zurückbleiben.

Die Methode wurde nicht weiter verfolgt. Zum einen war es ein Ziel dieser Arbeit, die Raumnutzung der Hirsche unter möglichst wenig menschlichem Einfluss zu erfassen. Häufige Kontrollen von über den ganzen WPZ verteilten Plots hätte diese wohl beeinflusst. Zum anderen hätte der Aufwand den Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Das regelmässige Aufsuchen der Plots (z.B. jede Woche) oder das Abschreiten der Bachläufe hätte pro Durchgang, aber auch in der Summe der Durchgänge zu viel Zeit beansprucht.

Pellet Group Counts

Losungszählungen sind für alle Habitattypen geeignet und liefern gute Ergebnisse über die Veränderung der Nutzung eines Gebiets durch Wildtiere (BAFU 2010). Tendenziell lassen *Losungszählungen* kleinräumige Aussagen zu. Das wiederholte Auszählen von Kothaufen in einem bestimmten Gebiet kann dazu verwendet werden, ein Mass für die Nutzungsintensität im Verlauf der Zeit zu erhalten.

Bei der Methode der *Losungszählungen* von Wildhuftieren werden z.B. Flächen von 5 x 10 m auf Transekten im Abstand von 100 m festgelegt (Rønnegard et al. 2006). Innerhalb dieser Flächen werden die einzelnen Losungshaufen in bestimmten Zeitintervallen gezählt (Smart et al. 2004). Unter Berücksichtigung der Defäkationsrate, die die durchschnittliche Anzahl Haufen pro Hirsch und Tag angibt, wird auf die Populationsgrösse geschlossen. Diese wird beim Rothirsch auf 19 Haufen pro Tag geschätzt (Tottewitz et al. 1996). Die Resultate aus Losungszählungen sind vergleichbar mit Daten aus Beobachtungszählungen (Marques et al. 2001). Zudem werden Verbreitung und Nutzungsintensität abgebildet.

Die Methode wurde nicht weiterverfolgt. Zum einen wären die Störungen der Hirsche durch die Aufnahmen wie bei *Track Plots* zu gross gewesen. Zum anderen wäre es erschwerend gewesen, wenn Aufnahmen unmittelbar nach Schneefällen hätten stattfinden müssen.

Distance Sampling in Kombination mit Pellet Group Counts

Bei der Methode des *Distance Sampling* werden parallele Transekte abgeschritten und die Distanzen von der Linie zu den definierten Objekten im rechten Winkel gemessen (Buckland et al. 2001). Die Methode baut auf der Annahme auf, dass die Objekte mit zunehmender Entfernung von der Linie eine abnehmende Entdeckungswahrscheinlichkeit haben. Mit Hilfe der speziell dafür entwickelten Software *Distance* wird aus den gesammelten Distanzen eine Entdeckungsfunktion berechnet. Daraus wird die totale Anzahl Objekte unter Angabe der Genauigkeit geschätzt (Marques et al. 2001).

Distance Sampling in Kombination mit *Pellet Group Counts* definiert Losungshaufen als Objekte. Über die Anzahl Losungshaufen und die Defäkationsrate von 19 Haufen pro Tag (Tottewitz et al. 1996) wird wie bei den *Pellet Group Counts* auf die Populationsgrösse und die Dichte der Hirsche geschlossen (Thomas et al. 2010). Dazu müssen die Transekte vorgängig exakt markiert und dann von aller Losung befreit werden. Nach einer bestimmten Zeit werden die Linien kontrolliert. Ein Losungshaufen mit minimal 10 Kotpillen wird als 1 Objekt gezählt (Eckervall 2007). Als Vorbereitung auf die nächste Aufnahme wird der Kot nach dem

Protokollieren entfernt. Die Zeit, die zwischen 2 Aufnahmen verstreicht, darf nicht so lange sein, dass sich der Kot unterdessen aufgrund der Temperatur und Bodenaktivität abgebaut hat. Kotproben von Rothirschen aus dem Gehege dienen dazu, im Feld Verwechslungen von Hirsch- und Rehlosung zu vermeiden.

Distance Sampling verlangt nach bestimmten Voraussetzungen (Buckland et al. 2001):

1. Alle Losung auf dem Transekt wird entdeckt ($g(0) = 1$).
2. Der Beobachter verursacht durch seine Anwesenheit keine Flucht der Objekte, bevor er sie entdeckt hat.
3. Die Distanzen werden exakt gemessen.

Weitere Voraussetzungen sind:

1. Die minimale Anzahl Nachweise umfasst 60 - 80, wobei 40 auch ausreichen (mündl. Mitt. Willebrand 2012).
2. Die Entdeckungsfunktion $g(y)$ weist eine „breite Schulter“ auf, d.h., dass die Anzahl entdeckter Objekte mit zunehmender Distanz vom Transekt abnimmt.
3. Der Untersuchungsperimeter ist klar abgegrenzt.
4. Das Versuchsdesign setzt sich aus mehreren Transekten zusammen (systematisch angelegte, parallele Linien mit zufälligem Start).
5. Eine Stratifikation nach Zonen (differenzierte Aussage über Unterschiede) ist nur zulässig, wenn z.B. innerhalb der Kern- und Umgebungszone ihrer Fläche entsprechend lange Linien angelegt werden (Kernzone 41 %, Umgebungszone 59 %).

Zur Prüfung dieser Voraussetzungen, zum Erkennen allfälliger Schwierigkeiten im Feld und insbesondere zur Abschätzung des Aufwands wird eine Pilotstudie empfohlen. Dabei wird die Gesamtlänge L der Transekte wie folgt berechnet:

$$L = (b/(cv)^2) \times (L_0/n_0)$$

b wird vereinfacht als Konstante mit Wert 3 angenommen (Buckland et al. 2001). Bei einem Pilottransekt L_0 von 5 km wären bei einer gewünschten Schätzgenauigkeit (cv von 10 % und n_0 von 20 Kothaufen) Transekte mit einer Gesamtlänge von 75 km nötig (Tab.). Mit zunehmenden Haufen oder abnehmender Genauigkeit der Schätzung reduziert sich die Gesamtlänge. Schätzgenauigkeiten bis 30 % sind akzeptabel (mündl. Mitt. M. Willebrand 2012).

Die Resultate daraus ermöglichen das Optimieren von Ressourcen. Im WPZ wurden die folgenden Rahmenbedingungen angestrebt:

- Ausreichende Anzahl Kothaufen (30 - 60; $n = n_0 \times L/L_0$).
- Ausreichende Schätzgenauigkeit (< 30 %).
- Kontrollgänge, die nicht länger als zwei Tage dauern.
- Maximale Strecke pro Tag < 15 km (Schikora 2007).

Tab. Berechnung der Gesamtlänge der Transekte (coefficient of variation = Standardfehler/Schätzung).

b	coefficient of variation	L0 [km] (Pilot)	n0 (Pilot)	L [km]	n
3	0.1	5	20	75	300
3	0.1	5	40	37.5	300
3	0.2	5	20	18.75	75
3	0.2	5	30	12.5	75
3	0.25	5	20	12	48
3	0.25	5	30	8	48
3	0.3	5	20	8.33	33.33

Beim Methodentest wurden 3 parallele Transekte mit einer Gesamtlänge von 5 km ungefähr in der Falllinie gelegt. Dabei wurden 3 Kothaufen gefunden. Dies bedeutete, dass bei einer Schätzgenauigkeit von 30 % 55.6 km hätten abgeschrieben werden müssen. Dies wäre gemäss Schikora (2007) in den angestrebten zwei Tagen pro Durchgang nicht möglich gewesen. Aufgrund des zu grossen Zeitaufwands wurde die Methode des *Distance Sampling* nicht weiter verfolgt. Zudem dürften Laubfall oder Neuschnee das Entdecken der Losungshaufen erschwert haben, was zu unzureichenden Aussagegenauigkeiten geführt hätte.

Anhang B: Verwendete Fotofallen

Tab. Übersicht über die verwendeten Fotofallen und ihre Standorte. Die Fotobeschriftung ist programmierbar und ist nach jeder Auslösung auf dem Foto ersichtlich.

Standort	Fotobeschriftung	Seriennummer
1	ZHAW-R08	H550HF08161327
2	ZHAW-R09	H600HF08161505
3	ZHAW-R10	H550HF07158839
4	ZHAW-R11	H600HF08161751
5	ZHAW-R12	H550HF08161368
6	ZHAW-R13	H600HF08161722
7	ZHAW-R14	H550HF07158933
8	ZHAW-R15	H600HF08161976
9	ZHAW-R16	H550HF08161376
10	ZHAW-R17	H600HF08162114
11	ZHAW-R18	H550HF08161305
12	ZHAW-R19	H600HF08161469
13	ZHAW-R20	H550HF07158832
14	ZHAW-R21	H600HF08161453
15	ZHAW-R22	H550HF07158878
16	ZHAW-R23	H600HF08161562
17	ZHAW-R24	H550HF07158978
18	ZHAW-R25	H600HF08161470
19	ZHAW-R26	H550HF07158873

Anhang C: Anleitung der Befragung und Kontakte








Anleitung

1. Gebiet:
2. Befragte:
.....

Anleitung:

1. Punkte, Linien und Flächen sind auf der Karte einzuzichnen und mit einem Verweisstrich am Kartenrand zu nummerieren.
2. Auf dem Protokollblatt sind diese Nummern zu übernehmen und Bemerkungen bzw. Zusatzinformationen anzufügen.
3. Die Informationen sind immer so genau wie möglich zu erfassen.

Legende für Karteneinträge:

	Sichtbeobachtung
	Wanderroute
	Spuren / Kot (S / K)
	Wechsel
	Einstand
	Schaden
	Schaden (flächig)

Befragte

- a) Jagdverwaltungen der Kantone SZ, ZG und ZH
- b) Forstverwaltungen der Kantone SZ, ZG und ZH
- c) Revierförster der Kantone SZ, ZG und ZH
- d) Mitarbeitende des WPZ
- e) Jagdgesellschaften

Fragen

a) Fragen an alle Befragten:

- 3. Vorkommen von Rothirschen (Karte):
 - a. Seit wann halten sich Rothirsche im Revier auf?
 - b. Wo halten sich die Rothirsche auf?
 - c. Wann halten sich die Rothirsche dort auf (Tages-/Jahreszeit)?
 - d. Zusätzliche Angaben (Anzahl, Geschlecht, Altersklasse).
 - e. Worauf stützen sich Ihre Aussagen ab (Sichtbeobachtungen, Fotos, Kot, etc.)?
- 4. Welches sind die Wanderrouten des Rothirsches?
 - a. Wann werden diese Routen benutzt?
 - b. Worauf stützt sich Ihre Aussage ab?

b) Spezielle Fragen an die Jagdverwaltungen der Kantone SZ, ZG und ZH:

- 1. Jagdstatistik im Perimeter seit 2000?
- 2. Fallwildstatistik im Perimeter seit 2000?

c) Spezielle Fragen an die Forstverwaltungen und Revierförster der Kantone SZ, ZG und ZH:

- 1. Wo im Perimeter bestehen Rothirsch spezifische Wildschäden? (Karte)
 - a. Wann entstanden diese?
 - b. Worauf stützt sich Ihre Aussage ab?

Kontakte zu den Kantonalen Ämtern

Kanton	Name	Funktion	Adresse	E-Mail	Telefon
Schwyz	Claudine Winter	Leiterin Amt für Natur, Jagd und Fischerei	Bahnhofstrasse 9, 6431 Schwyz	claudine.winter@sz.ch	041 819 18 44
Schwyz	Andres Bucher	Mitarbeiter Jagd	Bahnhofstrasse 9, 6431 Schwyz	andres.buche@sz.ch	041 819 18 41 079 231 76 85
Schwyz	Friedrich Lienert	Wildhüter a.D.	Grossbachstrasse 62, 8841 Gross	lienert.f@bluewin.ch	079 335 26 09
Schwyz	Roger Bisig	Wildhüter		robisig@bluewin.ch	079 239 62 94
Schwyz	Sepp	Fischereiaufseher			
Schwyz	Theo Weber	Vorsteher Amt für Wald und Naturfahren	Bahnhofstrasse 9, 6431 Schwyz	theo.weber@sz.ch	041 819 18 03
Schwyz	Karl Müller	Revierförster	Riedbödelstrasse 6, 8834 Schindellegi		079 424 14 15
Zug	Peter Ulmann	Co-Amtsleiter Amt für Wald und Wild	Ägerstrasse 56, 6300 Zug	peter.ulmann@zg.ch	041 728 35 29
Zug	Priska Müller	Forstingenieurin	Ägerstrasse 56, 6300 Zug	priska.mueller@zg.ch	041 728 35 48
Zug	Ernst Suter	Jagd- und Fischereiaufseher	Ägerstrasse 56, 6300 Zug	ernst.suter@zg.ch	041 728 35 26 078 647 65 60
Zug	Werner Heynisch	Forstingenieur	Ägerstrasse 56, 6300 Zug	werner.heynisch@zg.ch	041 728 35 24
Zug	Markus Amhof	Korporation H'berg/Kl. Frauental		amhof.forst@bluewin.ch	079 311 64 03
Zug	Werner Stocker	Korporation Baar/Bt'dorf		werner.stocker@korporationbaar.ch	079 439 87 29
Zug	Walter Stauffacher	Revierförster	Ägerstrasse 56, 6300 Zug	walter.stauffacher@zg.ch	079 407 03 49
Zug	Hanspeter Nussbaumer	Revierförster	Forstwerkhof Bostadel, 6313 Finstersee	kfzazug.bostadel@bluewin.ch	079 304 97 94
Zug	Gustav Iten	Revierförster	Ägerstrasse 56, 6300 Zug	gustav.iten@zg.ch	079 599 89 29
Zug	Clemens Weiss	Korporation Zug	Vorder-Geissboden 4, 6300 Zug	berg@korporation-zug.ch	079 641 98 38
Zug	Karl Henggeler	Korporation Oberägeri		corp.werkhof@bluewin.ch	079 372 10 25
Zürich	Jürg Zinggeler	Adjunkt Jagd	Eschikon 7, 8315 Lindau	juerg.zinggeler@bd.zh.ch	052 397 70 73
Zürich	Erich Good	Verantwortlicher Sektion Waldpflege & -nutzung	Weinbergstrasse 15, 8090 Zürich	erich.good@bd.zh.ch	043 259 29 78
Zürich	Theo Hegetschweiler	Kreisforstmeister Forstkreis 1	Weinbergstrasse 17, 8090 Zürich	theo.hegetschweiler@bd.zh.ch	043 259 29 71
Zürich	Eugen Carisch	Revierförster	Forstw'hof Holderhütte Postfach 167, 8942 Oberrieden	forstrevier.thalwil@bluewin.ch	044 722 19 28 079 409 61 19
Zürich	Flurin Farrer	Revierförster	Bodenmatte 7, 5647 Oberrüti AG	fam.farrer@bluewin.ch	041 781 36 91 079 421 32 84
Zürich	Ruedi Fluri	Revierförster	Maurenmoostrasse 58, 8815 Horgenberg	fluriruedi@bluewin.ch	044 725 18 33 079 632 52 87
Zürich	Patrick Jordil	Revierförster	Glamerstrasse 33, 8805 Richterswil	patrick.jordil@richterswil.ch	043 888 95 54 078 707 14 49
Zürich	Fritz Landolt	Revierförster	Sellenbüren 20, 8143 Stallikon	landolt-baur@bluewin.ch	044 700 19 91 079 667 69 17
Zürich	Ueli Müller	Revierförster	Waldmatt, 8932 Mettmenstetten	ueli.mueller@umag-ag.ch	043 817 12 13 079 420 12 02
Zürich	Robert Püntener	Revierförster	Ebertswilerstrasse 8, 8915 Hausen	robi.puente@pop.agri.ch	044 764 24 54 079 667 41 27
Zürich	Walter Streuli	Revierförster	Buchenegg, 8143 Stallikon	walter.streuli@bd.zh.ch	044 710 08 48 079 217 92 46
Zürich	Damian Wyrsch	Revierförster	Stadt Adliswil, Techn. Betriebe, Postfach, 8134 Adliswil	damian.wyrsch@adliswil.ch	044 711 79 60 079 333 21 47
Zürich	Christoph Spuler	Wildnispark	alte Sihlwaldstrasse 38, 8135 Sihlwald	Christoph.Spuler@wildnispark.ch	079 463 76 41
Zürich	Andreas Guggisberg	Kreisforstmeister Forstkreis 2	Zürcherstrasse 9, 8620 Wetzikon	andreas.guggisberg@bd.zh.ch	043 259 55 32
Zürich	Willi Spörrli	Revierförster			044 463 14 04
Zürich	Stefan Dräyer	Wildhüter Zürich West			079 219 91 05
Zürich	Stefan Studhalter	Kreisforstmeister Forstkreis 7	Weinbergstrasse 17, 8090 Zürich	stefan.studhalter@bd.zh.ch	043 259 29 77

Kontakte zu den Jagdgesellschaften des Jagdbezirks Amt im Kanton Zürich

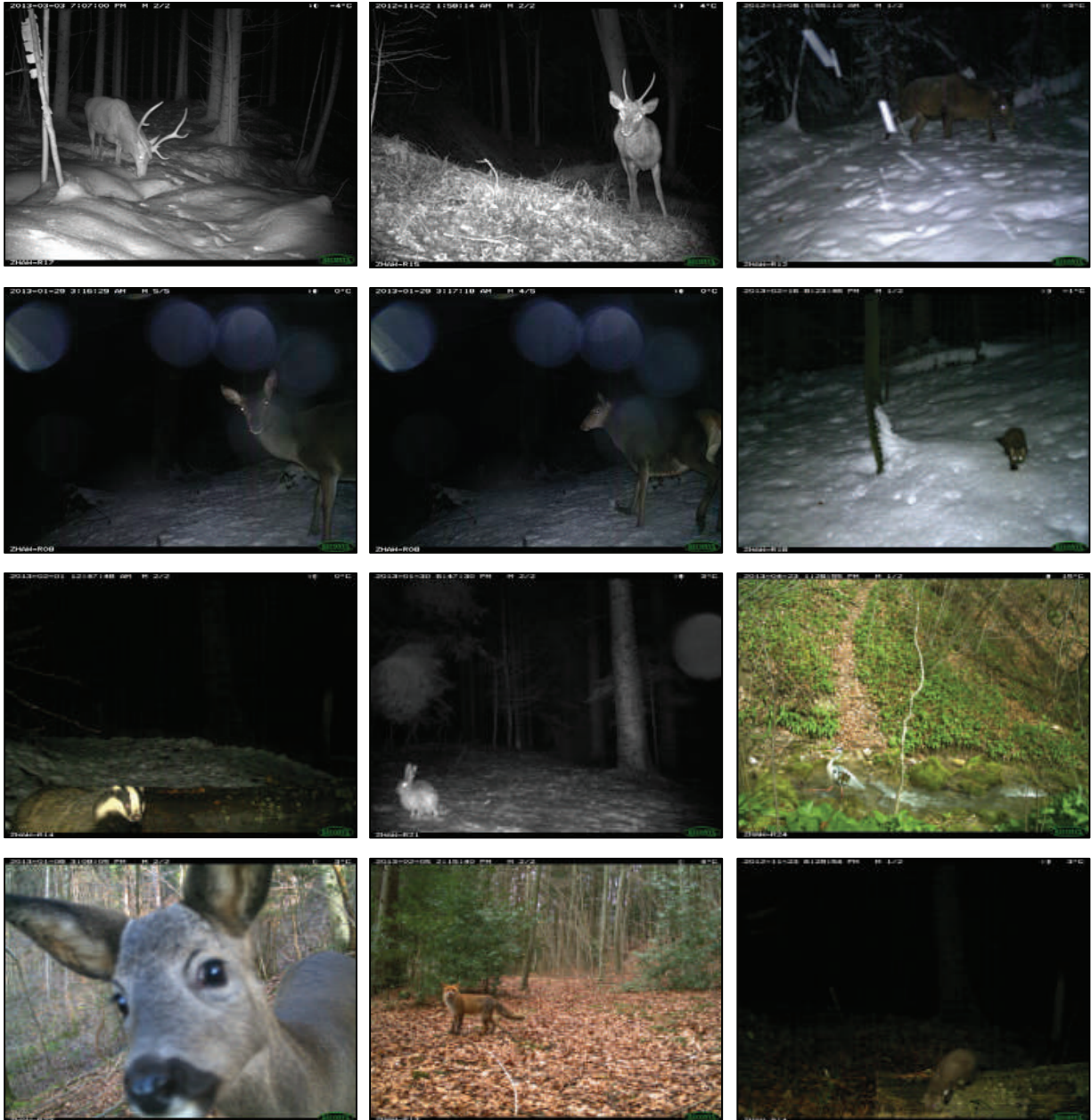
Revier	Name	Vorname	Adresse	PLZ	Ort	Email	Telefon P	Telefon M
1 Aesch	Rasi	Hans	Buechrüti	8904	Aesch ZH	hans.rasi@bluew.in.ch	044 737 12 29	079 209 92 06
2 Birrnsdorf	Berliat	Paul	Gamlikon 33	8143	Stallikon	paul.berliat@bluew.in.ch	044 700 21 85	079 678 79 64
3 Dietikon	Füllermann	Alfred	Alter Zürichweg 49a	8952	Schlieren	alfred.fuellermann@notariate.zh.ch	044 730 46 29	079 274 96 84
6 Schlieren	Bugmann	Franz	Schützenstr. 17	8953	Dietikon	franz.bugmann@bluew.in.ch	044 740 50 70	079 462 21 67
7 Ulikon	Kuenzle	Michael	Seestrasse 280	8706	Feldmeilen	mkuenzle@bluew.in.ch	044 382 14 11	079 223 64 58
9 Urdorf	Stutz	Adrian	Feldstr. 1	8902	Urdorf	adrian.stutz@bluew.in.ch	044 734 20 87	079 271 22 10
21 Aeugst a.A.	Kühni	Christian	Gattikerweg 8	8136	Gattikon	chr.kuehni@bluew.in.ch	044 720 18 17	079 707 25 58
22 Affoltern a.A.	Stähly	Philipp	Rindenveldstr. 10	8910	Affoltern am Albis	staehly@sunnrise.ch	044 760 20 22	079 955 22 81
	Nöthiger	Rolf	C.-F.-Meyer-Str.	8802	Kilchberg	noturro@bluew.in.ch		079 7 19 26 69
23 Bonstetten	Lang	Hans	Niederweg 5c	8907	Wetzwil	lang_hans@bluew.in.ch	044 700 33 12	079 404 21 51
24 Hausen a.A.	Weisbrod	Ronald	Weidli	8925	Ebertswil	ronald.weisbrod@weisbrod.ch	044 764 15 46	079 412 33 58
25 Kappel a.A.	Streuili	Walter	Forsthaus Buchenegg	8143	Stallikon	walter.streuili@bd.zh.ch	044 710 62 32	079 217 92 46
26 Knonau	Schicker	Bruno	Schlossmattstrasse 24	8934	Knonau	schicker.bruno@bluew.in.ch	044 767 11 76	079 295 15 44
27 Maschwanden	Fuchs	Bruno	Zwillingstr. 2	8912	Oberfelden	bruno.fuchs.49@gmail.com	044 761 51 51	079 669 48 33
28 Mettmensletten	De Steffani	Gilbert	Chrüzacherweg 22	8906	Bonstetten	desteffan@tracon.ch	044 700 25 61	079 233 19 00
29 Oberfelden	Fuchs	Bruno	Zwillingstr. 2	8912	Oberfelden	bruno.fuchs.49@gmail.com	044 761 51 51	079 669 48 33
30 Ottenbach	Zinggeler	Pierre	Rebenstr. 37 D	8913	Ottenbach	pierre.zinggeler@gmx.ch	044 761 51 22	079 475 47 99
31 Stallikon Uetliberg I	Berliat	Paul	Gamlikon 33	8143	Stallikon	paul.berliat@bluew.in.ch	044 700 21 85	079 678 79 64
32 Stallikon Uetliberg II	Kern	Fabian	Dachslernstr. 188	8048	Zürich	kern.schw.eiz@gmail.com	044 430 43 19	079 414 86 11
41 Adliswil	Hotz	Roland	Buttenaust. 25	8134	Adliswil	rolandhotz@hispeed.ch	044 710 41 54	079 205 58 18
42 Hirzel	Bodmer	Max	Speerstr. 104	8820	Wädenswil	huntsmabo@gmail.com	044 780 69 73	079 413 17 18
43 Horgen I	Schw arzenbach	Francois	Sihlhaldenstr. 6	8136	Gattikon	rschw arzenbach@bluew.in.ch	044 720 89 87	079 401 88 69
45 Hütten	Baumann	Willy	Hirsackerstr. 33	8810	Horgen	willy.baumann@mac.com	044 725 76 29	079 218 21 36
46 Langnau a.A.	Reifler	Andreas	Eggwiesweg 10	8135	Langnau am Albis	reifler@bluew.in.ch	044 713 00 51	079 342 93 40
47 Richterswil	Lehmann	Charles	Alte Landstr. 102	8803	Rüschlikon	c.lehmannreuhand@bluew.in.ch	044 724 21 01	079 724 50 50
49 Schönenberg	Pfister	Hanspeter	Rain	8824	Schönenberg ZH	pfifa@bluew.in.ch	044 788 22 49	079 452 54 31
	Zürcher	Hubert	Sparen 3	6313	Finstersee			079 661 92 39
50 Thalwil	Reifler	Hanspeter	Schw andelstr. 25	8800	Thalwil	hpreifler@gmx.ch	043 305 79 25	076 442 00 51
51 Wädenswil	Schw arzenbach	Francois	Sihlhaldenstr. 6	8136	Gattikon	rschw arzenbach@bluew.in.ch	044 720 89 87	079 401 88 69

Anhang D: Rothirschnachweise aus dem Fotofallenmonitoring


ID	Run	Foto_von	Foto_bis	Standort	Kernzone	Falle	Datum	Zeit_von	Zeit_bis	Temp	Art	männlich	weiblich	unbekannt	Kalb	Jährling	Adult	Tier_ID	Total	X	Y		
8	A	IMG_0117	IMG_0140	8	1	ZHAW-R15	22.11.2012	1:58:03	1:58:49	4	Hirsch	1				1		Splessler 2	1	2683828	1233907		
1	A	IMG_0065	IMG_0068	4	1	ZHAW-R11	25.11.2012	14:27:16	14:27:22	9	Hirsch	1					1		Splessler 1	1	2685387	1232666	
2	A	IMG_0069	IMG_0076	4	1	ZHAW-R11	25.11.2012	18:00:13	18:00:24	9	Hirsch	1					1		Splessler 1	1	2685387	1232666	
9	A	IMG_0109	IMG_0110	10	1	ZHAW-R17	29.11.2012	17:24:51	17:24:53	-2	Hirsch	1					1		Splessler U1	1	2683627	1234771	
14	A	IMG_0051	IMG_0056	18	0	ZHAW-R25	29.11.2012	4:55:59	4:56:08	0	Hirsch	1					1		Splessler U2	1	2684001	1236703	
15	A	IMG_0057	IMG_0060	18	0	ZHAW-R25	29.11.2012	21:30:44	21:30:49	0	Hirsch	1					1		Splessler U3	1	2684001	1236703	
16	A	IMG_0097	IMG_0064	18	0	ZHAW-R25	29.11.2012	22:15:52	22:15:55	0	Hirsch	1					1		Splessler U4	1	2684001	1236703	
3	A	IMG_0073	IMG_0076	5	1	ZHAW-R12	08.12.2012	1:12:22	1:12:27	-3	Hirsch	1					1		Splessler 1	1	2685368	1233138	
5	A	IMG_0083	IMG_0095	5	1	ZHAW-R12	08.12.2012	5:54:31	5:55:46	-3	Hirsch	1					1		Splessler 1	1	2685368	1233138	
4	A	IMG_0077	IMG_0082	5	1	ZHAW-R12	08.12.2012	5:16:44	5:17:07	-2	Hirsch	1					1		Splessler 2	1	2685368	1233138	
6	A	IMG_0097	IMG_0106	5	1	ZHAW-R12	08.12.2012	5:56:35	5:57:12	-3	Hirsch	1					1		Splessler 2	1	2685368	1233138	
12	A	IMG_0019	IMG_0026	13	0	ZHAW-R20	13.12.2012	18:29:44	18:29:54	-5	Hirsch		1					1	Kuh 1	1	2683562	1235577	
7	A	IMG_0111	IMG_0162	5	1	ZHAW-R12	13.12.2012	17:03:40	17:10:58	-5	Hirsch	1					1		Splessler 1	1	2685368	1233138	
10	A	IMG_0123	IMG_0154	10	1	ZHAW-R17	13.12.2012	16:31:56	16:33:18	-6	Hirsch	1					1		Splessler 1	1	2683627	1234771	
11	A	IMG_0155	IMG_0162	10	1	ZHAW-R17	16.12.2012	17:14:44	17:14:57	-1	Hirsch	1					1		Splessler 1	1	2683627	1234771	
17	A	IMG_0093	IMG_0096	18	0	ZHAW-R25	16.12.2012	22:10:48	22:10:53	1	Hirsch				1			Unbekannt 1	1	2684001	1236703		
13	A	IMG_0033	IMG_0061	13	0	ZHAW-R20	27.12.2012	23:27:16	23:28:06	-1	Hirsch	1					1		Splessler 2	1	2683562	1235577	
23	B	IMG_0005	IMG_0006	13	0	ZHAW-R20	18.12.2012	19:31:42	19:31:42	2	Hirsch	1					1		Splessler U5	1	2683562	1235577	
25	B	IMG_0049	IMG_0086	18	0	ZHAW-R25	28.12.2012	20:43:37	20:48:39	4	Hirsch	1					1		Splessler 1	1	2684001	1236703	
21	B	IMG_0029	IMG_0034	10	1	ZHAW-R17	01.01.2013	3:32:28	3:32:37	-1	Hirsch	1					1		Splessler 1	1	2683627	1234771	
18	B	IMG_0131	IMG_0180	1	0	ZHAW-R08	29.01.2013	3:16:22	3:17:39	0	Hirsch		1			1		1	Kuh 2 + Kalb 1	2	2686303	1231231	
22	B	IMG_0089	IMG_0099	10	1	ZHAW-R17	03.03.2013	19:06:52	19:07:07	-4	Hirsch	1					1		1	Achtender	1	2683627	1234771
26	B	IMG_4181	IMG_4184	18	0	ZHAW-R25	06.03.2013	21:27:56	21:28:07	1	Hirsch	1					1		1	Achtender	1	2684001	1236703
20	B	IMG_0303	IMG_0304	3	0	ZHAW-R10	07.03.2013	23:40:49	23:40:51	3	Hirsch				2			Unbekannt 2 + 3	2	2686018	1232441		
19	B	IMG_0082	IMG_0084	2	0	ZHAW-R09	08.03.2013	0:08:42	0:08:52	6	Hirsch		1			1		1	Kuh 3 + Kalb 2	2	2685786	1231377	
24	B	IMG_0141	IMG_0141	13	0	ZHAW-R20	20.03.2013	19:10:57	19:10:57	3	Hirsch	1					1		Splessler U6	1	2683562	1235577	
28	C	IMG_0001	IMG_0031	15	0	ZHAW-R22	23.03.2013	23:53:24	23:54:25	0	Hirsch	1					1		Splessler 2	1	2682605	1236365	
29	C	IMG_0087	IMG_0097	15	0	ZHAW-R22	26.03.2013	0:37:08	0:37:28	-4	Hirsch	1					1		Splessler 2	1	2682605	1236365	
30	C	IMG_0115	IMG_0140	15	0	ZHAW-R22	30.03.2013	0:23:24	0:24:17	-2	Hirsch	1					1		Splessler 2	1	2682605	1236365	
31	C	IMG_0399	IMG_0404	18	0	ZHAW-R25	31.03.2013	3:56:16	3:56:22	1	Hirsch				1			Unbekannt 4	1	2684001	1236703		
27	C	IMG_0025	IMG_0026	11	0	ZHAW-R18	01.04.2013	15:51:59	15:52:01	5	Hirsch	1					1		Splessler 2	1	2684075	1235136	

Anhang E: Tierarten und Beispielbilder aus dem Fotofallenmonitoring

Neben dem Rothirsch *Cervus elaphus* wurden im Fotofallenmonitoring Baummartener *Martes martes*, Dachs *Meles meles*, Feldhase *Lepus europaeus*, Graureiher *Ardea cinerea*, Reh *Capreolus capreolus*, Rotfuchs *Vulpes vulpes*, Steinmarder *Martes foina*, sowie Mensch, Hund und Katze fotografiert.



Anhang F: Aufgabenstellung

 <small>Life Sciences and Facility Management</small>	Aufgabenstellung für die Masterarbeit	Code: F235-02c Seite: 1 / 3 Datum: 27.09.12
---	--	---

Allgemeine Informationen	
Name StudentIn	Thomas Rempfler
Studienbeginn	Herbstsemester 2011
Pensum	<input type="checkbox"/> Vollzeit <input checked="" type="checkbox"/> Teilzeit
Vertiefung in	<input type="checkbox"/> V1: Food and Beverage Innovation <input type="checkbox"/> V2: Pharmaceutical Biotechnology <input type="checkbox"/> V3: Chemistry for the Life Sciences <input checked="" type="checkbox"/> V4: Natural Resource Sciences
Institut / Arbeitsort	IUNR / Schweizerischer Nationalpark
Titel der Masterarbeit	Raum-Zeit-Modell des Rothirsches in Abhängigkeit menschlicher Nutzungen im Wildnispark Zürich
Fachstelle/-gruppe	Wildtier- und Landschaftsmanagement
Vertraulich	Vertrauliche Aufbewahrung/Korrektur <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein Geheimhaltungsvereinbarung <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Beginn der Masterarbeit	1. Januar 2012
Abgabetermin Masterarbeit	KW 7 <input type="checkbox"/> / KW 37 <input checked="" type="checkbox"/> , Jahr: 2013 Freitag um 12:00 Uhr (Studiensekretariat Campus Grüental) <i>Achtung: der Abgabetermin kann nur in begründeten Fällen verschoben werden. Die Verlängerung muss mit einem schriftlichen Antrag bei der Studiengangleitung eingehen und von dieser bewilligt werden. Kosten CHF 300.- (vgl. Weisungen zur Masterarbeit W235-12).</i>
KorrektorInnen	1. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften Name: Dr. Roland F. Graf Adresse: <input checked="" type="checkbox"/> Grüental <input type="checkbox"/> Reidbach Postfach, 8820 Wädenswil Tel.Nr.: 058 934 55 78 E-Mail: roland.graf@zhaw.ch
	2. Name: Dr. Stefan Suter Adresse: Grüental, Postfach, 8820 Wädenswil Tel.Nr.: 058 934 53 88 E-Mail: stefan.suter@zhaw.ch
Entschädigung des 2. Korrektors, falls extern	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Aktualisiert: alho	Geprüft: pedi 27.09.12	Freigegeben: band 27.09.12
--------------------	------------------------	----------------------------



Aufgabenstellung

<p>Aufgabenstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausgangslage • Zielsetzung (z.B. geplante Experimente, Untersuchungen) • Ausstattung 	<p>Ausgangslage: Der Wildnispark Zürich (WPZ) unterscheidet sich aufgrund der Zonen mit Regeln für Besucher von seiner Umgebung. Wildhuftiere gelten als störungsanfällig. Seit kurzem sind Rothirsche freilebend als Standwild im WPZ anzutreffen. Es ist zu erwarten, dass diese den ruhigen Parkperimeter schätzen, sich aber auch darüber hinaus bewegen. Dieses Raum-Zeit-Modell der Hirsche im und um den WPZ gilt es zu beschreiben.</p> <p>Zielsetzungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aufarbeiten bestehender Grundlagen zum Rothirsch (WPZ, Jagdverwaltungen Kt. ZH/ZG, Jägerschaft, etc.) 2. Systematische Bestandserhebungen mittels in verschiedenen Jahreszeiten 3. Erstellen eines Raum-Zeit-Modells der Rothirsche in der Region des WPZ 4. Erstellen eines Konzepts im Hinblick auf den Start eines Telemetrieprojekts <p>Ausstattung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 20 Fotofallen inkl. Zubehör 2. Plots für Befragungen 3. Personenwagen für Einrichten und Betreuen des Versuchs
<p>Bemerkungen (z.B. notwendige Anschaffungen, Budgetplan, zusätzliche Rahmenbedingungen)</p>	<p>50 Auto-km à CHF -.70 pro Kontrollgang: 4 Kontrollgänge = CHF 140.-</p> <p>Fotofallen werden von der Fachstelle WILMA zur Verfügung gestellt</p>

Allgemeine Bedingungen

<p>Formale Anforderungen</p>	<p>Zusätzlich zur schriftlichen Abfassung gelten gemäss <i>Weisungen zur Masterarbeit (W235-12)</i> folgende Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poster: als Alternative (mit den Korrektoren schriftlich vereinbaren) kann auch eine Website oder Publikation erstellt werden. • Mündliche Prüfung in Form einer Präsentation der Arbeit in einem Kolloquium oder vor einem Gremium der beteiligten Partner: <ul style="list-style-type: none"> - das Format wird durch die KorrektorInnen festgelegt; - die Prüfung soll in den 10 Wochen nach Abgabetermin der Arbeit erfolgen; - die mündliche Prüfung wird nicht gewichtet und nicht benotet, sie wird mit „erfüllt“ / „nicht erfüllt“ bewertet.
<p>Wichtige Hinweise und Richtlinien</p>	<p>Das Dokument <i>Anleitung für die Abfassung von Semester-, Bachelor- und Masterarbeiten (W235-08)</i> muss gelesen werden.</p> <p>Die <i>Weisungen zur Masterarbeit (W235-12)</i> müssen erfüllt werden. (vgl. www.lsfm.zhaw.ch/wichtige-dokumente)</p> <p>Plagiate verstossen gegen die Urheberrechte. Eine Verletzung dieser Rechte wird gemäss der Rahmenprüfungsordnung für Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29. Januar 2008 in § 39 geregelt.</p>
<p>Abgabetermin Note</p>	<p>Jeweils 10 Wochen nach der effektiven Abgabe der Masterarbeit; wenn termingerecht an das Studiensekretariat Master abgegeben, KW 17 / KW 47.</p>

Die Aufgabenstellung ist jeweils zwei Wochen vor Semesterbeginn, in welchem die Masterarbeit abgegeben wird, an das Studiensekretariat einzureichen.

<p>Unterschrift KorrektorIn 1</p> <p></p> <p>Wädenswil, 23.4.2013</p>	<p>Unterschrift StudentIn</p> <p></p> <p>Ort, Datum Scuol, 18. April 2013</p>
---	---

Anhang G: Plagiatserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Arbeit mit dem Titel *Raum-Zeit-System des Rothirsches im Wildnispark Zürich und dessen Umgebung* selbständig verfasst habe. Ich erkläre, dass ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet. Mir ist bekannt, dass andernfalls (und gegebenenfalls auch nachträglich) rechtliche und/oder disziplinarische Massnahmen ergriffen werden können.

Ort, Datum

Name, Vorname

Unterschrift

Scuol, 12.09.2013

Rempfler, Thomas