

Luchsmonitoring im Kanton Freiburg

—
Winter 2023-2024



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service des forêts et de la nature SFN
Amt für Wald und Natur WNA

Impressum

Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft ILDF

November 2024

Herausgeber

Amt für Wald und Natur **WNA**

Rte du Mont Carmel 5

Postfach 155

1762 Givisiez

Auteurs

Elias Pesenti, Bereichsleiter terrestrische Fauna terrestre, Kantonaler Jagdverwalter, **WNA**

Julien Bulliard, Technischer Sachbearbeiter, **WNA**

Jelk Martin, Wildhüter-Fischereiaufseher, **WNA**

Jérémy Clerc, Wildhüter-Fischereiaufseher, **WNA**

José Genoud, Wildhüter-Fischereiaufseher, **WNA**

Simon Jaffrédou, Wildhüter-Fischereiaufseher, **WNA**

Pierre Jordan, Wildhüter-Fischereiaufseher, **WNA**

Fabrice Maradan, Wildhüter-Fischereiaufseher, **WNA**

Pascal Riedo, Wildhüter-Fischereiaufseher, **WNA**

Patrick Romanens, Wildhüter-Fischereiaufseher, **WNA**

Valérie Zabot, Sekretärin, **WNA**

Andreas Binz, Sektionschef Fauna, Jagd und Fischerei, Stellvertretender Dienstchef, **WNA**

Titelbild

B1028, site FR_15-02

Vorgeschlagene Zitierung

Pesenti, E., Bulliard, J., Martin, J., Clerc, J., Genoud, J., Jaffrédou, S., Jordan, P., Maradan, M., Riedo, P., Romanens, P., Zabot, V. & Binz, A. (2024). Luchsmonitoring im Kanton Freiburg - Winter 2023-2024. Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft, Amt für Wald und Natur, Freiburg, 44 s

Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei allen, die uns beim Monitoring auf die eine oder andere Weise geholfen oder uns unterstützt haben. Insbesondere danken wir:

- den «naturalistes de la Gruyère» für das Kontrollieren mehrerer Standorte;
 - Ursula Sterrer (KORA) für die wissenschaftlichen Ratschläge.
-

Copyright

Amt für Wald und Natur, **WNA**

Inhaltsübersicht

1 Zusammenfassung	4
<hr/>	
2 Einführung	5
Große Fleischfresser	5
Rückfangmethode (capture-recapture)	5
Fotografisches Fallenstellen	6
Störungen durch Fotofalle	8
Zweck des Berichts	8
<hr/>	
3 Material & Methoden	10
Untersuchungsgebiet	10
Andere Arten	10
Probenahmeplan	12
Fotografisches Fallenstellen	13
Rückfangmethode (capture-recapture)	14
Nicht-räumliche Analysen	14
Räumliche Analysen	14
Turnover	15
<hr/>	
4 Resultate	16
Fotografisches Fallenstellen	16
Turnover	20
Nicht-räumliche Analysen	20
Räumliche Analysen	21
Vergleich der Dichten	21
<hr/>	
5 Diskussion	24
Fotografisches Fallenstellen	24
Turnover	24
Abundanz	25
Schätzung der Dichte	25
Vergleich der Dichten	25
Schlussfolgerungen	26
<hr/>	
6 Literaturverzeichnis	27

ANHANG

Anhang 1: Nachweis anderer Säugetiere	32
1.1 Luchs <i>lynx</i> (<i>Lynx lynx</i>)	32
1.2 Hirsch (<i>Cervus elaphus</i>)	33
1.3 Reh (<i>Capreolus capreolus</i>)	34
1.4 Gämse (<i>Rupicapra rupicapra</i>)	35
1.5 Wildschwein (<i>Sus scrofa</i>)	36
1.6 Feldhase (<i>Lepus europaeus</i>)	37
1.7 Schneehase (<i>Lepus timidus</i>)	38
1.8 Dachs (<i>Meles meles</i>)	39
1.9 Steinmarder (<i>Martes foina</i>)	40
1.10 Baumwilder (<i>Martes martes</i>)	41
1.11 Fuchs (<i>Vulpes vulpes</i>)	42
1.12 Hauskatze (<i>Felis catus</i>)	43

1. Zusammenfassung

Zusammenfassung

Um die Situation des Eurasischen Luchses (*Lynx lynx*) im gesamten Freiburger Voralpengebiet besser zu kennen, wurde zum dritten Mal innerhalb dieser Region ein Monitoring mithilfe der fotografischen Fang-Wiederfang-Methode durchgeführt (erstes Monitoring 2015-2016, zweites 2017-2018, drittes 2020-2021). Dieses Monitoring wird nicht zum Luchsmanagement (Regulationsjagd) verwendet, sondern liefert wichtige Informationen zur Entwicklung, Verbreitung und räumlichen Nutzung des Luchsbestandes auf Freiburger Gebiet. Insgesamt wurden an 32 Standorten (64 Fotofallen) während 60 Nächten Untersuchungen durchgeführt, d. h. vom 25. November 2023 bis am 23. Januar 2024 (Untersuchungsaufwand von 1920 Nächten). Die Fotofallen funktionierten in 1912 von 1920 theoretisch möglichen Fangnächten (99.58 %). Insgesamt wurden 171 Fotos von 19 verschiedenen Individuen (9 Männchen, 7 Weibchen und 3 Tiere unbekanntes Geschlechts) an 24 Standorten erfasst. Die Schätzung der Abundanz (95 % Vertrauensintervall) gemäss dem Modell M_0 (nicht räumliche Analysen) ergab 20 (19 – 26) unabhängige Luchse, was einer Dichte von 2.33 (1.95 – 2.71) selbständigen Luchsen pro 100 km² resp. von 2.79 (2.35 – 3.23) pro 100 km² geeigneten Habitats entspricht. Die räumlichen Modelle nach dem Modell M_0 haben geschätzte Dichten (95 % Vertrauensintervall) von 1.98 (1.19 – 3.17) selbständigen Luchsen pro 100 km² und von 2.64 (1.33 – 3.91) pro 100 km² geeigneten Habitats ergeben. Vergleicht man die Ergebnisse dieses Monitorings mit denjenigen der letzten beiden, so zeigt sich, dass sich die 2024 berechneten Dichten statistisch gesehen nicht signifikant von den bei diesen drei früheren Monitorings berechneten unterscheiden.

Résumé

Afin de mieux connaître la situation du Lynx Eurasien (*Lynx lynx*) dans l'ensemble des Préalpes fribourgeoises, un suivi cantonal utilisant la méthode de capture-recapture photographique a été organisé pour la quatrième fois au sein de cette région (premier monitoring en 2015-2016, deuxième en 2017-2018, troisième en 2020-2021). Ce suivi, qui ne peut pas être utilisé pour des mesures de gestion de lynx (tir de régulation), donne des informations très importantes sur l'évolution, la répartition et l'utilisation spatiale de la population de lynx sur le territoire fribourgeois. Au total, 32 sites (64 pièges photographiques) ont été échantillonnés durant 60 nuits, soit du 25 novembre 2023 au 23 janvier 2024 (effort d'échantillonnage de 1920 nuits). Les pièges photographiques ont fonctionné pendant 1912 des 1920 nuits potentielles (99.58 %). Au total, 171 photos de lynx correspondant à 19 individus (9 mâles, 7 femelles et 3 de sexe inconnu) ont été détectées sur 24 sites. L'estimation de l'abondance (intervalle de confiance de 95 %) sous le modèle M_{th} (analyses non spatiales) était de 20 (19 – 26) lynx indépendants, ce qui correspond à une densité de 2.33 (1.95 – 2.71) lynx indépendants pour 100 km² et de 2.79 (2.35 – 3.23) pour 100 km² d'habitat favorable. Les modèles spatiaux sous le modèle M_0 ont estimé les densités (intervalle de confiance 95 %) à 1.98 (1.19 – 3.17) lynx indépendants pour 100 km² et à 2.64 (1.33 – 3.91) pour 100 km² d'habitat favorable. En comparant les résultats de ce suivi avec ceux calculés durant les trois derniers monitorings, il s'avère qu'au niveau statistique, les densités calculées en 2024 ne diffèrent pas significativement, dans tous les cas de figure, de celles calculées dans les autres monitorings.

2. Einführung

Große Fleischfresser

Die Bedeutung der Präsenz großer Landraubtiere in allen Ökosystemen der Welt ist unbestritten (Estes et al, 2011; Ripple et al, 2014, Hoeks et al. 2020). Diese haben nicht nur einen direkten Einfluss auf ihre bevorzugten Beutetiere, sondern können durch sogenannte Kaskadeneffekte auch einen indirekten Einfluss auf deren Lebensräume und andere Arten (Fauna und Flora) haben (Ritchie et al, 2012). Dieses Phänomen wird gemeinhin als trophische Kaskade bezeichnet (Svenning et al. 2016, Wolf und Ripple, 2018, Hoeks et al. 2020). Das Vorkommen, die Erhaltung und in einigen Fällen auch die Überwachung von Großraubtierpopulationen sind sehr häufig konfliktträchtig, insbesondere in vom Menschen besiedelten Gebieten (Meriggi und Lovari, 1996; Polisar, 2000; Karanth und Madhusudan, 2002; Eeden et al, 2018; Pesenti, E. 2023). Eine systematische Regulierung von Großraubtieren, die ausschließlich auf Glauben und nicht auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruht, könnte dramatische Auswirkungen auf ein ganzes Ökosystem haben und ist daher nicht wünschenswert (Bagchi und Mishra, 2006).

Mehrere Studien haben gezeigt, dass eine Koexistenz zwischen Großraubtieren und Menschen durchaus möglich ist (Chapron et al, 2014; Athreya et al, 2013; Glikman et al. 2023). Um ein angemessenes Management von Großraubtierpopulationen wie auch von anderen Wildtieren durchzuführen, ist es entscheidend, möglichst viele Informationen über die Populationsgröße, die räumliche Verteilung der Individuen sowie deren Veränderungen im Laufe der Zeit zu erhalten (Karanth et al, 1999). Wenn diese Informationen präzise und standardisiert gesammelt werden, können sie dazu genutzt werden, den Artenschutz zu verbessern und effektivere Maßnahmen zur Erreichung der Managementziele zu definieren (BAFU, 2010; Pesenti et al, 2018a). Für ein angepasstes und nachhaltiges Wildtiermanagement sind mehrere Variablen zu berücksichtigen. Auch wenn es nicht die einzige ist, ist eine der grundlegenden Variablen, wenn es um Wildtiermanagement geht, die Kenntnis der Größe und des Trends einer bestimmten Population (Williams et al, 2002). Eine der grundlegenden Variablen, wenn es um Wildtiermanagement geht - wenn auch nicht die einzige -, ist die Kenntnis der Größe und des Trends einer bestimmten Population (Williams et al, 2002).

Rückfangmethode (capture-recapture)

Da die Erfassung der gesamten Population (absoluter Wert), insbesondere von im Wald lebenden Arten, nicht möglich ist (Cederlund et al, 1998), ist es von entscheidender Bedeutung, Methoden zu verwenden, mit denen der Wert der Population geschätzt werden kann (MacKenzie et al, 2006). Es gibt viele Methoden, um die Fangwahrscheinlichkeit sowie die Anzahl der Tiere in einer Population zu schätzen, insbesondere wenn diese aus Arten besteht, die durch natürliche oder künstliche Markierungen identifiziert werden können. Eine dieser Methoden, die sogenannte fotografische Rückfangmethode, kann beim Eurasischen Luchs (*Lynx lynx*) angewendet werden. Diese Methode gilt als nicht-invasiv (kein physisches Einfangen des Tieres) und erfordert keine kontinuierliche Präsenz im Gelände.

Somit senkt sie nicht nur den von den Mitarbeitern des Amtes für Wald und Natur (WNA) benötigten Zeitaufwand im Feld, sondern reduziert auch die Störung von Wildtieren erheblich (Henschel & Ray, 2003; Meek et al, 2014; Silveira et al, 2003) und erfüllt damit die geltenden gesetzlichen Bestimmungen (Art. 7 SchutzV, SGF 922.13). Eines der Hauptziele der fotografischen Rückfangmethode ist es, möglichst viele Individuen zu fotografieren und möglichst viele Aufnahmen von jedem einzelnen Individuum zu erhalten (Karanth & Nichols, 2002; O'Connell et al, 2011).

Fotografisches Fallenstellen

Weltweit ist der Fotofallenfang eine wissenschaftliche Methode, die vor allem bei Studien zum Verhalten, zur Ökologie und zum Artenschutz eingesetzt wird (O'Connell et al, 2011; Hervias et al, 2012; Oppedal et al, 2014; Coates et al. 2010). Generell wird diese Technik vor allem bei mittelgroßen bis großen Säugetieren wie dem Waldelefanten *Loxodonta cyclotis* (Head et al, 2013), dem Kojoten *Canis latrans* (Larrucea et al, 2007), dem Fuchs *Vulpes vulpes* (Sarmiento et al, 2009) sowie dem Wolf *Canis lupus* (Mattioli et al, 2018) angewandt.

Auch bei Raubkatzen ist der Einsatz von Fotofallen weltweit üblich, z. B. beim Tiger *Panthera tigris* (Karanth et al, 2006), beim Jaguar *Panthera onca* (Silver et al, 2004), beim Puma *Puma concolor* (Kelly et al, 2008) und beim Schneeleoparden *Panthera uncia* (Kojima et al, 2020). In der Schweiz wird die Fotofalle in verschiedenen Bereichen eingesetzt, und seit einigen Jahren wird diese Methode vor allem für das Monitoring von Luchspopulationen verwendet (z. B. Laass, 2002; Ryser et al, 2005; Zimmermann et al, 2007). Diese Monitorings werden in abgegrenzten Gebieten durchgeführt, entsprechend den Kompartimenten und Subkompartimenten des Großraubtiermanagements (Konzept Luchs Schweiz, 2016).

Das Gebiet des Kantons Freiburg ist in Kompartiment I (Subkompartiment Ia) und Kompartiment IV (Subkompartimente IVa und IVc) enthalten. Was das Monitoring des Luchses betrifft, so decken die für diese beiden Subkompartimente ausgewählten Gebiete (Referenzgebiete, Abbildung 1) nur einen Teil des Kantons Freiburg ab (Konzept Luchs Schweiz, 2016). Daher kann eine Schätzung der Dichte in diesem Gebiet nicht repräsentativ für den gesamten Kanton sein, da sie auf einen kleinen Teil der Freiburger Voralpen beschränkt ist. Um diesen Mangel zu beheben und ein Maximum an Informationen zu erhalten, richtete das SFN ein kantonales Monitoring ein, das gleichzeitig mit dem nationalen Monitoring durchgeführt wurde und durch die Schaffung eines neuen Gebiets (Freiburger Gebietserweiterung FGR, Abbildung 1) die gesamten Freiburger Voralpen abdeckte. Der grösste Teil der jährlich vom WNA dank gelegentlichem Monitoring gesammelten Hinweise auf Luchsvorkommen befindet sich in dieser Fläche. Das erste kantonale Luchsmonitoring mit Hilfe der fotografischen Rückfangmethode wurde im Winter 2015-2016 durchgeführt (Pesenti et al, 2017). Zwei Jahre später, im Winter 2017-2018, wurde ein zweites Monitoring mit der gleichen Probenahme- und Analyseverfahren durchgeführt (Pesenti et al., 2018b), gefolgt von einem dritten im Winter 2020-2021 (Pesenti et al., 2021).

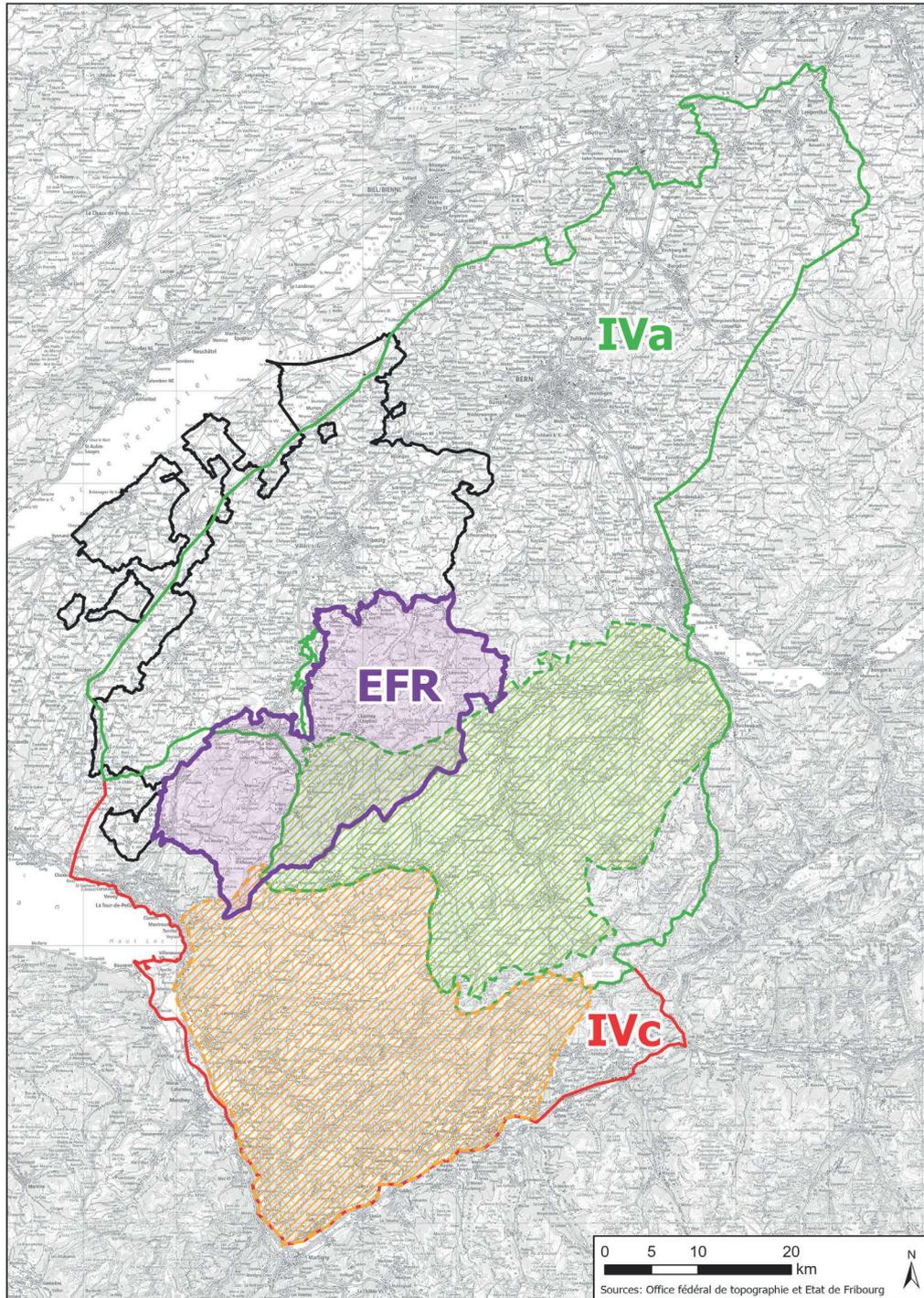


Abbildung 1

Perimeter der Unterkompartimente IVa und IVc (grün und rot) sowie die Flächen der beiden Untersuchungsgebiete, die in den nationalen Monitorings verwendet werden (schraffiert). Violett: Fläche der Freiburger Gebietserweiterung (FRG).

Störungen durch Fotofallen

Die Verwendung von Fotofallen ist zwar weniger einschneidend als der physische Fang von Tieren, kann aber dennoch für Wildtiere eine Störungsquelle darstellen. Es ist daher wichtig, die Störung so gering wie möglich zu halten und die rechtlichen Rahmenbedingungen für diese Praxis zu kennen.

Gemäss Art. 7 Abs. 4 des Bundesgesetzes über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (JSG, SR 922.0) sind die Kantone verpflichtet, für einen ausreichenden Schutz der wildlebenden Säugetiere und Vögel vor Störungen zu sorgen. Diese Verpflichtung wurde vom Kanton in den Artikeln 9 ff. des Gesetzes vom 14. November 1996 über die Jagd sowie den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel und ihrer Lebensräume (JaG, SGF 922.1) sowie in der Verordnung über den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel und ihrer Lebensräume (SchutzV, SGF 922.13) umgesetzt. Artikel 9 JaG führt eine Schutzpflicht ein, die besagt, dass der Staat, die Gemeinden und andere öffentlich-rechtliche Körperschaften sowie Privatpersonen bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben dafür sorgen müssen, dass wildlebende Tiere und ihre Lebensräume nicht beeinträchtigt werden. Artikel 7 SchutzV besagt, dass es verboten ist, wildlebende Tiere absichtlich und in irgendeiner Weise zu stören (Abs. 1).

Es ist wichtig zu betonen, dass der Einsatz von Fotofallen für Wildtiere auch tagsüber eine echte Störung darstellt (z. B. Meek et al. 2014). Aus diesem Grund sollte ihr Einsatz vor allem auf wissenschaftliche (wie im Fall dieser Studie) und Bildungsprojekte beschränkt werden, die präzise Antworten auf klare Fragen geben können, insbesondere im Hinblick auf ein nachhaltiges Wildtiermanagement (Art. 8 Abs. 3 SchutzV).

Zweck des Berichts

Im Kanton Freiburg befasst sich das WNA unter anderem mit dem Wildtiermanagement. Letzteres ist eine komplexe Disziplin im Umweltbereich, die zahlreiche andere Bereiche umfasst: Artenschutz, Forstwirtschaft, Jagd, Schutz von Lebensräumen, Landwirtschaft, Wildbiologie, Artenökologie, Veterinärmedizin usw. und sich an der Schnittstelle zwischen Mensch, Lebensraum und Wildtier befindet. Um ein gutes Gleichgewicht zwischen diesen drei Aspekten zu finden, verfolgt das vom WNA durchgeführte Wildtiermanagement zwei Hauptziele :

1. **Ökologische Nachhaltigkeit** : Erhaltung und Förderung der Nachhaltigkeit und der biologischen Vielfalt der einheimischen Wildtiere ;
2. **Wirtschaftliche Nachhaltigkeit** : Konflikte begrenzen (z. B. Wald-Wild, Landwirtschaft-Wild usw.).

Um in Begriffen der «Nachhaltigkeit» denken zu können, müssen mehrere unverzichtbare Daten über Tierpopulationen analysiert und berücksichtigt werden. In der vorliegenden Studie wird zum vierten Mal die Situation des Luchses in den gesamten Freiburger Voralpen (Dichte, räumliche Verteilung usw.) durch die Anwendung der sogenannten fotografischen Rückfangmethode (räumliche und nicht-räumliche Analysen) beurteilt. Die Daten werden mit den Ergebnissen der ersten drei Luchsmonitorings in der FRE verglichen (Pesenti et al, 2017; Pesenti et al, 2018b; Pesenti et al. 2021).

In Anwendung der geltenden gesetzlichen Bestimmungen (Art. 9 Berner Konvention, Art. 12 JSG und Art. 4 JSV) sind die Ergebnisse dieses Berichts ohne zusätzliche interkantonale Analyse nicht für einen allfälligen Antrag auf Regulierung des Luchses im Kanton Freiburg verwendbar, da das Untersuchungsgebiet von dem in den Bundesrichtlinien (Konzept Luchs Schweiz, 2016) erwähnten Gebiet abweicht. Zudem ist die Dichte nur eine von vielen Bedingungen, die für einen möglichen Regulierungsabschluss erfüllt sein müssen (Pesenti et al, 2018a).

3. Material & Methoden

Untersuchungsgebiet

Die Freiburger Gebietserweiterung (FRG) wurde geschaffen, um den Luchs im gesamten Gebiet der Freiburger Voralpen überwachen zu können (Abb. 1). Die FRG wurde auf der Grundlage der biogeografischen Perimeter der Schweiz festgelegt, die aus einer statistischen Analyse der kartografischen Aufnahmen der Schweizer Flora sowie aus Daten des Nationalen Daten- und Informationszentrums der Schweizer Fauna hervorgegangen sind. Die FRG wird im Süden und Südosten von den Kantons Grenzen der Kantone Bern und Waadt und im Norden von den biogeografischen Grenzen der Schweiz («Voralpen») begrenzt. Sie hat einen Umfang von 175.34 km und eine Fläche von 616.2 km². Davon befinden sich 68.9 % im Greyerzbezirk, 14.6 % im Sensebezirk, 12.5 % im Vivisbachbezirk und 4 % im Saanebezirk. Die FRG umfasst das *Tal der Trême*, den *Intyamon*, das *Jauntal*, den *Burgerwald*, den *Plasselschlund*, den *Seeschlund* und den *Muscherenschlund* (Abb. 2). Der tiefste Punkt des Untersuchungsgebiets liegt auf 599 m ü.M. (Saanebezirk, Treyvaux), während der höchste Punkt auf 2389 m ü.M. (Vanil Noir, Grandvillard) liegt. Der Wald bedeckte zum Zeitpunkt des Monitorings 37.0 % (228.0 km²) der FRG. Er setzt sich zusammen aus 57.7 % Fichten, 11.5 % Weisstannen, 0.5 % Lärchen, 0.3 % Kiefern, 0.2 % anderen Nadelhölzern, 14.2 % Buchen, 0.1 % Eichen, 5.4 % Ahorne, 3.4 % Eschen und 6.7 % anderen Laubhölzern.

Andere Arten

Fotofallen innerhalb der FRG für den Luchs ermöglichen es, wichtige Informationen über die räumliche Verteilung anderer Arten (Anhang 1), insbesondere mittelgroßer bis großer Säugetiere, zu sammeln, z. B. für das Jahr 2024 :

- Familie der Cervidae : Hirsch (*Cervus elaphus*),
Reh (*Capreolus capreolus*) ;
- Familie der Bovidae : Gämse (*Rupicapra rupicapra*) ;
- Familie der Suidae : Wildschwein (*Sus scrofa*) ;
- Familie der Leporidae : Feldhase (*Lepus europaeus*),
Schneehase (*Lepus timidus*) ;
- Familie der Mustelidae : Dachs (*Meles meles*),
Steinmarder (*Martes foina*),
Baummarder (*Martes martes*) ;
- Familie der Sciuridae : Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) ;
- Familie der Canidae : Wolf (*Canis lupus*),
Fuchs (*Vulpes vulpes*) ;
- Familie der Felidae : Hauskatze (*Felis catus*).

Alle gesammelten Informationen über diese Arten sind wichtig für eine gute Erhaltung und ein ebensolches Management der Arten. Man sollte jedoch bedenken, dass die Probenahmemethode auf die Zielart, in diesem Fall den Luchs (*Lynx lynx*), abgestimmt wurde und daher die Ergebnisse für die anderen Arten verzerrt sein können.

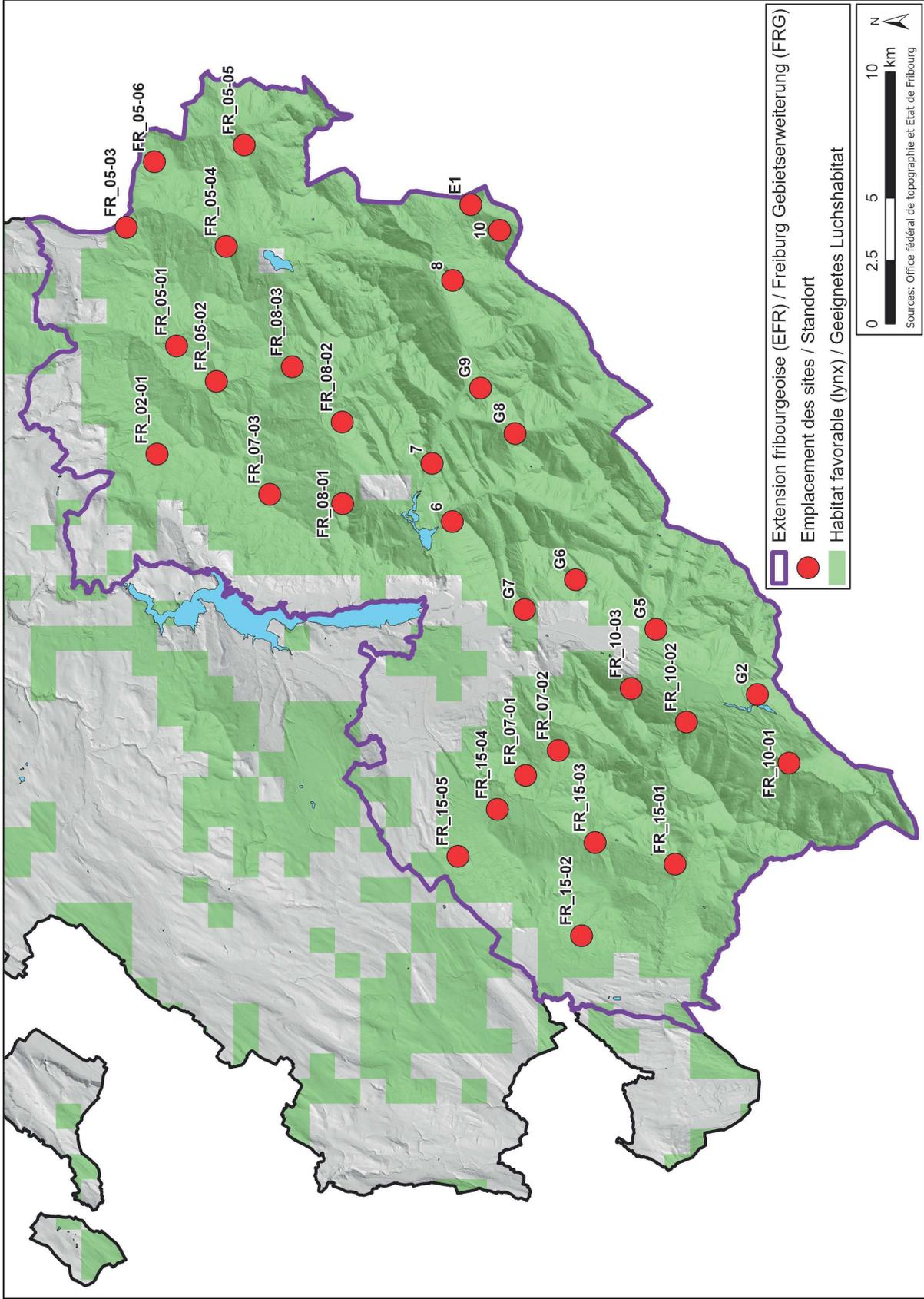


Abbildung 2
Karte des FRG-Perimeters (violett; 616.2 km²), die räumliche Lage der Standorte (rote Punkte) sowie die Fläche des günstigen Lebensraums (grün) nach Zimmermann (2004).

Probenahmeplan

Um die Ergebnisse mit früheren kantonalen Monitorings (Pesenti et al, 2017; Pesenti et al, 2018b, Pesenti et al. 2021) vergleichen zu können, wurde für das Monitoring im Winter 2023-2024 die gleiche standardisierte Methode zur Entnahme von Stichproben angewendet. Die Fläche der FGR wurde nach der von Laass 1999 beschriebenen Methode in 2,7 km x 2,7 km große Zellen unterteilt. Da Luchse es vor allem im Winter vorziehen, sich unterhalb der Baumgrenze zu bewegen (Breitenmoser-Würsten et al., 2001), wurden alle Gebiete oberhalb von 1800 Höhenmetern mit Hilfe von Höhenmodellen in der ESRI-Umgebung unter Verwendung der Version ArcGIS Pro 3.1.2 (ESRI 2023) hervorgehoben. Wenn die Fläche einer Zelle zu mehr als 2/3 oberhalb von 1800 Höhenmetern lag, wurde diese aus dem Stichprobengebiet entfernt (zu geringe Wahrscheinlichkeit, einen Luchs zu entdecken).

Die Standorte wurden dann abwechselnd aus den verbleibenden Zellen ausgewählt. Insgesamt wurden 32 Standorte ausgerüstet und in 60 Nächten beprobt, d. h. vom 25. November 2023 bis zum 23. Januar 2024, was einem potenziellen Gesamtprobenaufwand von 1920 Nächten entspricht. Dank der Fachkenntnisse und Erfahrungen der Wildhüter und Biologen des WNA und um die Fangwahrscheinlichkeit zu erhöhen, wurden die Fotofallen auf Waldstrassen, Wanderwegen und häufig vom Luchs genutzten Zwangspassagen aufgestellt. An einigen Standorten wurden geringfügige Anpassungen vorgenommen, um die Fangwahrscheinlichkeit weiter zu erhöhen. Diese Verbesserungen waren dank des extensiven kantonalen Monitorings möglich, bei dem jährlich über 350 Luchsnachweise erhoben werden.



Abbildung 3

Fotofalle vom Typ Cuddeback Modell C123 mit Schutzdach, die für das Luchsmonitoring verwendet wurde.

Fotografisches Fallenstellen

Da die beiden Flanken des Luchses nicht symmetrisch sind, und um die Informationen für die Erstellung des für die Analysen verwendeten Fangkalenders zu maximieren, wurde jeder Standort mit zwei gegenüberliegenden Fotofallen beidseits des Weges bestückt (Zimmermann et al., 2004). Von den 64 Fotofallen, die für das Monitoring verwendet wurden, waren 44 Digitalkameras vom Typ Cuddeback Modell C123 oder Doppel-G mit weißem Xenon-Blitz (Abb. 3). Die anderen 20 waren Digitalkameras vom Typ Cuddeback, Modell Ambush, ebenfalls mit weißem Xenon-Blitz (Cuddeback, Green Bay, Wisconsin). Um zu verhindern, dass die Fallen bei Schneefall unter Wasser gesetzt werden, haben die Freiburger Wildhüter ein Schutzdach entworfen, das dieses Problem löst (Abb. 3).

An jedem Standort informierten Plakate und Aufkleber die Passanten über den Zweck der Installation der Fotofallen und wiesen darauf hin, dass es sich um ein offizielles wissenschaftliches und durch den Staat Freiburg unterstütztes Projekt handelte. Um Fotos von guter Qualität zu erhalten (Begrenzung von Verzerrungs- und Verformungseffekt), wurden die Fotofallen auf Luchshöhe aufgestellt, d. h. in einer Höhe von 70-80 cm (Sunquist & Sunquist, 2002). Generell wurden die Kontrollen alle 7-10 Tage durchgeführt, um die Funktionstüchtigkeit der Fotofallen und allfällige Materialdiebstähle zu überprüfen, um Akkus auszuwechseln, die SD-Karten mit den Fotos auszutauschen, defekte Geräte zu ersetzen und, falls nötig, den Fangbereich von verschiedenen Hindernissen zu befreien, die nach der letzten Kontrolle aufgetreten waren (Schneeansammlungen, Äste usw.). Alle Bilder wurden systematisch von mindestens zwei Mitarbeitern des WNA gesichtet, Fotos mit Personen und Fahrzeugen wurden zwecks Wahrung der Privatsphäre gelöscht, Bilder mit Luchsen wurden methodisch mit mehreren Informationen direkt im Speichernamen erfasst (Abb. 4). Die Identifizierung der Individuen war durch den Vergleich der in der Schweizer Datenbank der KORA-Stiftung gespeicherten Fotos möglich.

B876_2023_12_04_0442_li_FR_08-01



B876 | 2023_12_04 | 0442 | li | FR_08-01

Abbildung 4

Beispiel für den Namen eines Fotos. Identität des Luchses (rot), Fangdatum (grün), Fangzeit (blau), Flanke des Luchses (re: rechts, li: links, gelb) und Name des Standortes (violett).

Rückfangmethode (capture-recapture)

Für jedes Individuum wurde eine Fanggeschichte erstellt, in der das Geschlecht des Individuums (auf dem Foto sichtbar oder durch Beobachtungen in früheren Jahren verfügbar), die Zeit der Erfassung und, falls bekannt, die Identität der Mutter angegeben wurden. Aufgrund der hohen Verlustrate (Mortalität und Abwanderung) wurden juvenile Luchse, die gemäss ihrem Alter noch ihre Mutter begleiten sollten, zwar identifiziert, aber im Fangkalender als Erfassung des ansässigen Weibchens (ihrer Mutter) gezählt. Die Schätzung der Populationsgröße entspricht daher der Anzahl unabhängiger Luchse (Luchse, die älter als ein Jahr sind). Die Fanggeschichte kann im binären Nummerierungssystem nur zwei Werte annehmen, die konventionell mit 0 und 1 notiert werden. Der Wert 0 bedeutet, dass in einem bestimmten Zeitraum kein Tier erfasst wurde, während die 1 den Fang des Individuums bezeichnet. Wurde ein Individuum innerhalb eines bestimmten Zeitraums mehrmals gefangen, bleibt der Wert immer 1.

Nicht-räumliche Analysen

Wie bereits bei den letzten drei kantonalen Monitorings (Pesenti et al., 2017; Pesenti et al., 2018b; Pesenti et al., 2021) und in anderen Luchsstudien (z.B. Pesenti & Zimmermann, 2013) wurden die 60 Monitoringnächte in 12 Perioden von 5 aufeinanderfolgenden Tagen (Pentaden) unterteilt. Die einzelnen Fanggeschichten wurden zu einer Matrix kombiniert, in der jede Zeile für ein gefangenes Individuum und jede Spalte für eine Pentade steht. Diese Matrix fasst die Fanggeschichte zusammen, wobei ein binäres Nummerierungssystem für alle während des Monitorings gefangenen Individuen verwendet wurde. Nachdem die Schließung der Population mit dem Programm CloseTest 3.0 (Stanley und Burnham, 1999) überprüft worden war, wurde die Matrix in das CAPTURE-Modul des Computerprogramms MARK (White und Burnham, 1999) integriert und verwendet, um die Bestandszahlen der geschlossenen Populationen zu schätzen. Das CAPTURE-Modul wählt aus 8 möglichen Modellen das beste Modell aus.

Um die Ergebnisse zwischen verschiedenen Untersuchungsgebieten zu vergleichen, ist es entscheidend, die geschätzte Abundanz in Dichte umzurechnen. Dazu wird die Abundanzschätzung (N) einfach durch die Fläche des Untersuchungsgebiets (A) geteilt.

$$D = N/A$$

Eine Schätzung der Dichte unter Berücksichtigung des günstigen Lebensraums des Luchses (Zimmermann et al, 2004) wurde ebenfalls durchgeführt.

Räumliche Analysen

Indiesem Bericht, wie auch in den drei vorangegangenen, wurden die räumlichen Analysen mit Hilfe von Schätzwerten durchgeführt, die auf Wahrscheinlichkeitsfunktionen im «secr-Paket» (Spatially explicit capture-recapture model, Efford 2016) in der statistischen R-Umgebung (R 4.3.3, Core Team 2024) basieren. Im Gegensatz zu nicht-räumlichen Rückfangmodellen schätzen räumliche Rückfangmodelle die Dichte aufgrund von Fanggeschichten unter Berücksichtigung der räumlichen Lage der Erfassungen. Das von den potenziellen Aktivitätszentren begrenzte Gebiet muss groß genug gewählt werden, um die Schätzung der Dichte nicht zu beeinflussen.

Räumliche Rückfangmodelle sind nicht nur robuster gegenüber Randeffekten (Streifgebiete, die nur teilweise mit dem durch Fotofallen beprobten Gebiet überlappen), sondern erfordern auch keine willkürliche Begrenzung des Untersuchungsgebiets, wie dies bei nicht-räumlichen Rückfangmodellen der Fall ist (Zimmermann et al, 2007). Drei Informationsquellen sind notwendig, um räumliche Rückfangmodelle nutzen zu können (Efford, 2008; Royle et al, 2009) :

- Fanggeschichte jedes Individuums (Identität, Ort und Umstände, bei dem das Individuum gefangen wurde) ;
- Aufstellung der Standorte (Lokalisierung der Fotofallen einschließlich Informationen über ihre Funktionsweise) ;
- Aktivitätszentren der Luchse (100 m x 100 m-Raster von potenziellen Aktivitätszentren im geeigneten Luchshabitat weisen den Wert 1 auf, wenn das potenzielle Aktivitätszentrum im günstigen Habitat liegt, und den Wert 0, wenn nicht).

Wie alle räumlich expliziten Rückfangmodelle passt «secr» eine Entdeckungsfunktion an, die die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung eines Individuums oder die Anzahl der erwarteten Entdeckungen mit der Entfernung des Detektors - in unserem Fall der mit Fotofallen ausgestattete Standort - zu dem Punkt verknüpft, der als sein Aktivitätszentrum oder das Zentrum seines Streifgebiets angesehen wird. Wir haben die Standardfunktion gewählt, welche die Halb-Normalfunktion verwendet. Das «secr-Paket» ermöglicht die Anpassung einer Reihe von vordefinierten Modellen, die den nicht-räumlichen Rückfangmodellen entsprechen (siehe nicht-räumliche Analysen), aber auch komplexere Modelle, mit denen z. B. der Effekt des Geschlechts auf die Entdeckungsparameter untersucht werden kann (g_0 und σ). Die Auswahl des besten Modells erfolgte nach dem in Zimmermann und Foresti (2016) beschriebenen Ansatz. Wie von Royle et al. (2014) vorgeschlagen, wurden die Modelle mithilfe des ΔAIC verglichen. Es wurden nur Modelle mit einem $\Delta AIC < 2$ beibehalten (Burnham und Anderson, 2002).

Turnover

Seit mehreren Jahren ist eine starke Fluktuation innerhalb der untersuchten Luchspopulation zu beobachten. Bereits 2013 hatte das WNA anlässlich einer Sitzung der Interkantonalen Kommission auf dieses Phänomen hingewiesen und einfache Vergleiche präsentiert, die eine erhebliche Fluktuation innerhalb des festen Referenzgebiets in den Voralpen aufzeigten. Das WNA hatte auch vorgeschlagen, diese Studie mit vertieften Analysen direkt in das nationale Luchsmonitoring zu integrieren.

Nach mehreren erfolglosen Versuchen des WNA bei der interkantonalen Kommission, ohne konkrete Ergebnisse erzielen zu können (die Integration der Analyse Fluktuation in das nationale Monitoring wurde noch nicht erreicht), hat sich das WNA erneut dafür entschieden, dieses wichtige Phänomen im Rahmen seines eigenen kantonalen Monitorings in den Vordergrund zu stellen

4. Resultate

Fotografisches Fallenstellen

Insgesamt wurden 64 Fotofallen an 32 verschiedenen Standorten während 60 Monitoringnächten aufgestellt. Dies entspricht einem potenziellen Stichprobenaufwand von 1920 Nächten, was den grössten jemals im Kanton Freiburg durchgeführten Aufwand darstellt. Aufgrund der starken Schneefälle, die den Kanton Freiburg während der Monitoringperiode heimsuchten, wurde der effektive Stichprobenaufwand auf 1912 Nächte reduziert, was 99.58 % des Gesamtaufwands entspricht (Abb. 5). Dieses Resultat entspricht dem besten jemals für den Kanton Freiburg beobachteten Ergebnis (2015/2016: 97.64 %; 2017/2018: 98.06 %; 2020/2021: 98.66 %) und liegt am oberen Rand der Werte, die in anderen Studien beobachtet wurden (84.2 % im Luchsmonitoring im Jura, Zimmermann et al, 2007; 99.9 % im Luchsmonitoring im Referenzgebiet Nordostschweiz, Kunz et al, 2021).

Unter Berücksichtigung aller Fotos, die von den 64 Fotofallen ausgelöst wurden, wurden insgesamt 1917 Fotos von Wildtieren registriert (Abb. 6), was einer Zunahme von 1.9 % gegenüber dem letzten Monitoring entspricht ($N=1881$). Die räumliche Verteilung der verschiedenen Arten ist nicht homogen (Anhang 1). Die am häufigsten fotografierte Art ist die Gämse (27.86 %, $N=534$, 7 positive Standorte), gefolgt von Fuchs (24.10 %, $N=462$, 29 positive Standorte), Hirsch (12.83 %, $N=246$, 18 positive Standorte), Reh (8.87 %, $N=170$, 10 positive Standorte), Feldhase (7.36 %, $N=141$, 18 positive Standorte), Dachs (3.70 %, $N=71$, 13 positive Fundorte), Hauskatze (2.09 %, $N=40$, 6 positive Fundorte), Wildschwein (1.88 %, $N=36$, 9 positive Fundorte), Baummarter (0.47 %, $N=9$, 2 positive Fundorte), Steinmarter (0.21 %, $N=5$, 3 positive Fundorte) und Schneehase (0.05 %, $N=1$, 1 positiver Fundort). 1.67 % aller Fotos ($N=32$) entfielen auf Fotos anderer Arten, z. B.: Eichhörnchen, Amsel, Tannenhäher, kleine Nagetiere etc.

In Bezug auf den Luchs wurden während der Monitoringperiode 171 Fotos von Luchsen (8.92 %, 24 positive Standorte) gemacht, die 19 Individuen (9 Männchen, 7 Weibchen und 3 unbekanntes Geschlecht) entsprachen (Abb. 7), d.h. 27 Fotos weniger, aber die gleiche Anzahl Individuen wie 2020/2021.

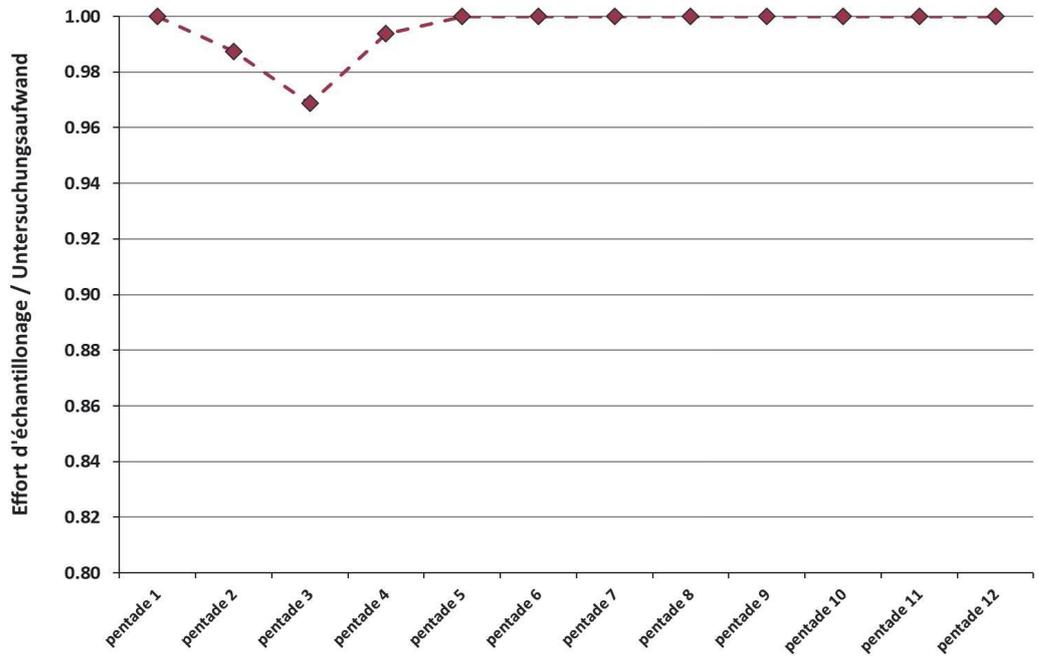


Abbildung 5

Kurve, die den Aufwand für die Probenahme pro Pentade darstellt (in Prozent). Aufgrund der starken Schneefälle liegt Pentade 3 unter 98% des Aufwands.

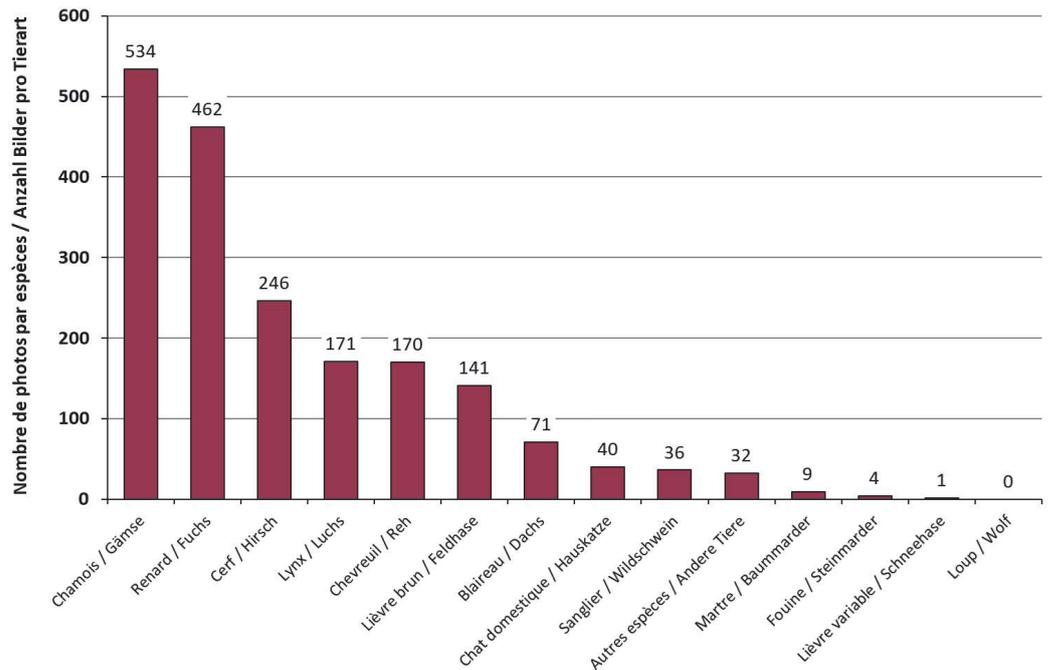


Abbildung 6

Anzahl der Fotos pro Tierart (alle Standorte) während des Untersuchungszeitraums in der FRG.

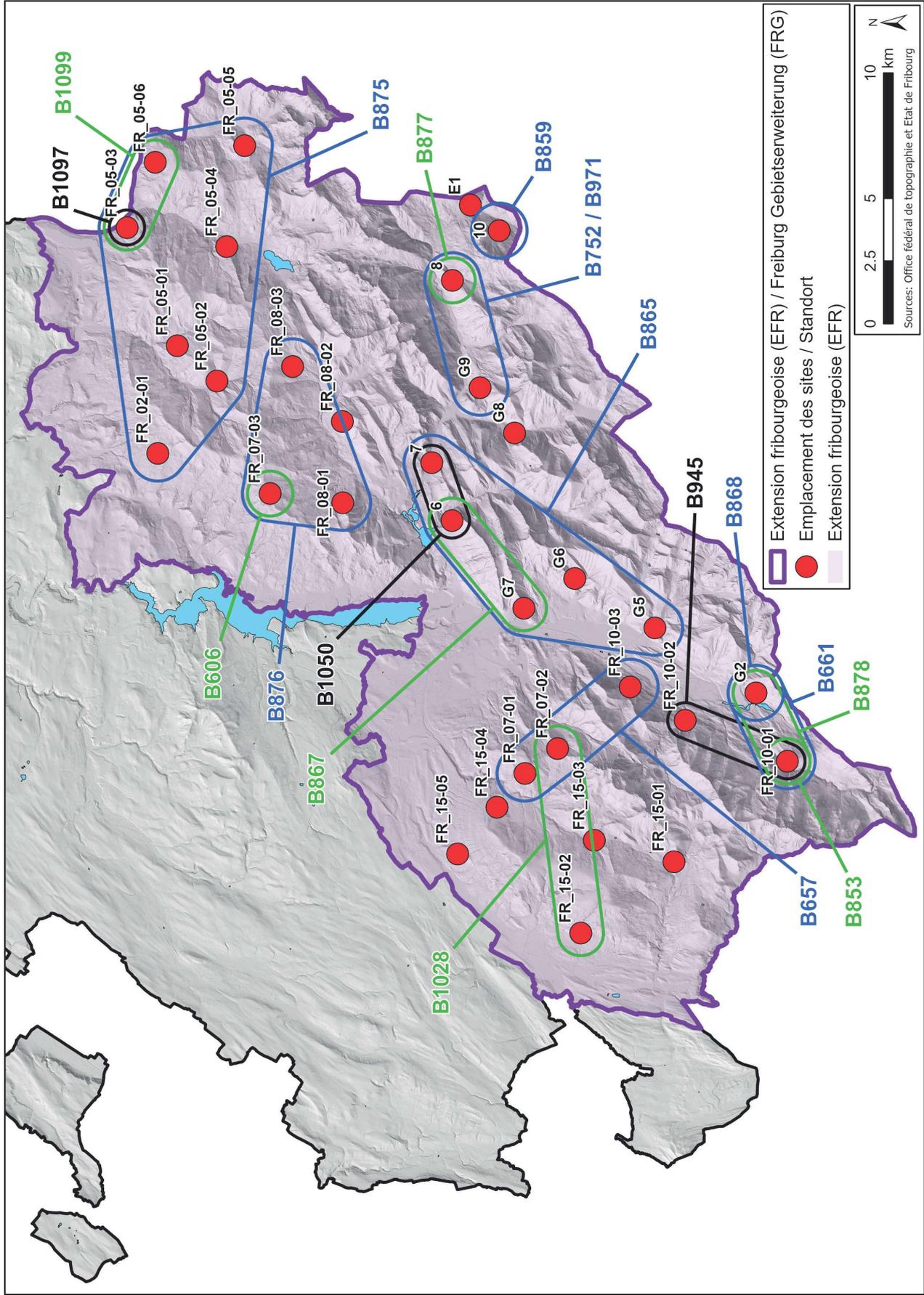


Abbildung 7

FRG (violett) mit der räumlichen Verteilung der unabhängigen Luchse (Minimum Convex Polygon + Puffer). Jede Fläche umfasst den oder die Standorte, an denen ein einzelnes Individuum fotografiert wurde. Blau sind die Männchen (Puffer = 1,1 km), grün die Weibchen (Puffer = 0,9 km) und schwarz die Individuen mit unbekanntem Geschlecht (Puffer = 0,7 km).

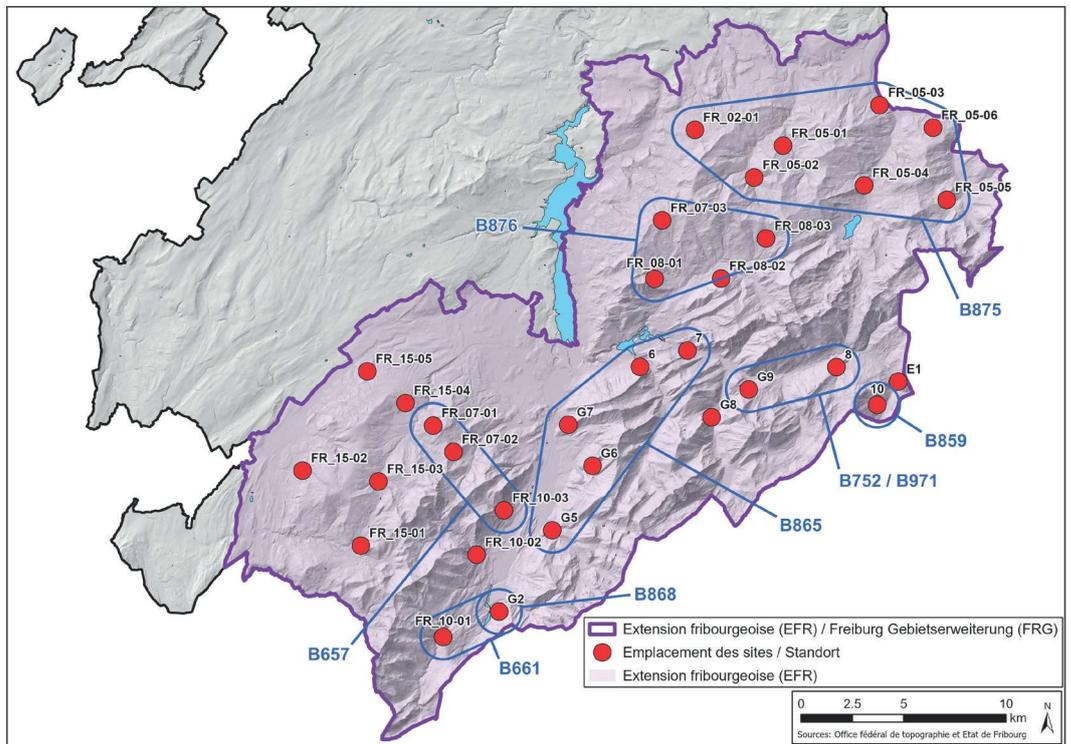


Abbildung 8

FRG (violett) mit der räumlichen Verteilung der unabhängigen männlichen Luchse (Minimum Convex Polygon + 1,1 km). Jede Fläche umfasst den oder die Standorte, an denen ein einzelnes Individuum fotografiert wurde.

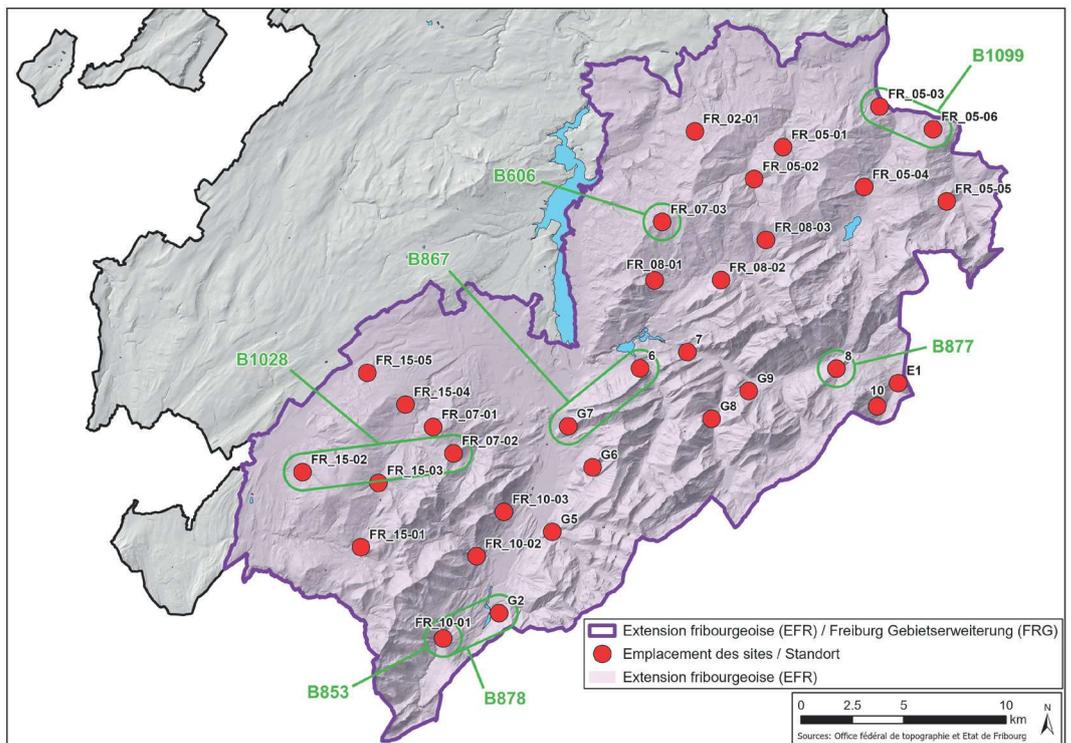


Abbildung 9

FRG (violett) mit der räumlichen Verteilung der weiblichen freistehenden Luchse (Minimum Convex Polygon + 0,9 km). Jede Fläche umfasst den oder die Standorte, an denen ein einzelnes Individuum fotografiert wurde.

Turnover

Wie bereits in den Vorjahren festgestellt, ist in der untersuchten Population ein hoher Turnover zu beobachten (Tabelle 1). Im Vergleich zum ersten Monitoring 2015/2016, bei dem 11 Individuen identifiziert wurden, wurde keines dieser Individuen (0 %) beim Monitoring 2023/2024 erneut nachgewiesen. Nur ein Individuum, das während des Monitorings 2017/2018 identifiziert wurde, wurde 2023/2024 erneut nachgewiesen, was einer Rate von 5,5 % entspricht. Im Vergleich zum Monitoring 2020/2021 wurden zudem 7 der 18 ursprünglich nachgewiesenen Individuen 2023/2024 erneut fotografiert, was einer Wiederbeobachtungsrates von 38,8 % entspricht. Die Rate der neu beobachteten unabhängigen Individuen steigt zwischen den einzelnen Monitoringdurchgängen deutlich an, wodurch sich die Population innerhalb von 6 Jahren fast vollständig (97,7 %) erneuert hat (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1

Rate und Anzahl der neuen Individuen im Vergleich zu früheren Erhebungen.

	2015/2016	2017/2018	2020/2021	2023/2024
2015/2016	0.0% (N=0)	NA	NA	NA
2017/2018	72.2% (N=13)	0.0% (N=0)	NA	NA
2020/2021	77.7% (N=13)	55.5% (N=8)	100 % (N=18)	NA
2023/2024	100 % (N=19)	97.7% (N=18)	63.2 % (N=18)	100 % (N=19)

Nicht-räumliche Analysen

Von den 32 Standorten wiesen 24 Standorte während der Monitoringperiode Luchse auf, was 75 % der Standorte entspricht und im Vergleich zum letzten kantonalen Monitoring einen Rückgang von 8.87 % bedeutet. Die Anzahl der kumulativen Erfassungen (wenn ein Individuum innerhalb einer Pentade mehrmals gefangen wird, gilt dies als ein einziger Fang) steigt fast linear mit der Anzahl Pentaden (12 Perioden von 5 aufeinanderfolgenden Tagen, Abb. 8). Die Schätzung der Abundanz (Konfidenzintervall von 95 %) unter dem M_{th} -Modell betrug 20 (19 - 26) unabhängige Luchse. Die Schätzung der Dichte (95 % Konfidenzintervall) in der FRG betrug 2.33 (1.95 - 2.71) unabhängige Luchse pro 100 km². Die geschätzte Dichte (95 % Konfidenzintervall), wenn man nur den günstigen Lebensraum in der FRG berücksichtigt, beträgt 2.79 (2.35 - 3.23) pro 100 km² günstigen Lebensraums.

Tabelle 2

Identität der selbständigen Luchse, die während der vier Monitorings in der FRG erfasst wurden, und Aufzeigen der starken Fluktuation zwischen den verschiedenen Monitoring-Jahren.

2015 / 2016	2017 / 2018	2020 / 2021	2020 / 2021
B189	B189	B189	NA
B201	NA	NA	NA
B202	B202	B202	NA
B240	NA	NA	NA
B335	NA	NA	NA
B358	B358	B358	NA
B381	B381	NA	NA
B383	B383	B383	NA
B560	NA	NA	NA
PIRO	NA	NA	NA
NA	B333	NA	NA
NA	B589	NA	NA
NA	NA	B606	B606
NA	B608	B608	NA
NA	B616	B616	NA
NA	B657	NA	B657
NA	B658	NA	NA
NA	B671	B671	NA
NA	CATO	CATO	NA
NA	B669	NA	NA
NA	B785	NA	NA
NA	FR001	NA	NA
NA	FR002	NA	NA
NA	FR003	NA	NA
NA	NA	B294	NA
NA	NA	B865	B865
NA	NA	B853	B853
NA	NA	B875	B875
NA	NA	B867	B867
NA	NA	B866	NA
NA	NA	B868	B868
NA	NA	R379	NA
NA	NA	B1099	B1099
NA	NA	NA	B661
NA	NA	NA	B752
NA	NA	NA	B859
NA	NA	NA	B876
NA	NA	NA	B877
NA	NA	NA	B878
NA	NA	NA	B945
NA	NA	NA	B971
NA	NA	NA	B1028
NA	NA	NA	B1050
NA	NA	NA	B1097

NA: No Data

Räumliche Analysen

Wie bereits (unter dem Modell M_0) während des Monitorings im Jahr 2017 getestet (Pesenti et al. 2017), wurde der FRG eine Pufferzonenbreite von 13 km hinzugefügt, um das Gebiet der potenziellen Aktivitätszentren abzugrenzen. Diese Pufferzone ermöglicht eine Stabilisierung bei der Berechnung der Dichteschätzung. Die gleiche Distanz wurde auch in der Studie von Zimmermann und Foresti (2016) zur Schätzung der Luchsdichte im Referenzgebiet in den Nordwestalpen (Schweiz) verwendet. Wie das letzte Monitoring (Pesenti et al. 2017) nach dem ΔAIC , ist das Modell, das unseren Datensatz am besten erklärt, das M_B , das einer Dichte (95 % Konfidenzintervall) von 1.98 (1.19 - 3.17) unabhängigen Luchsen pro 100 km² oder von 2.64 (1.33 - 3.91) pro 100 km² günstigen Lebensraums entspricht.

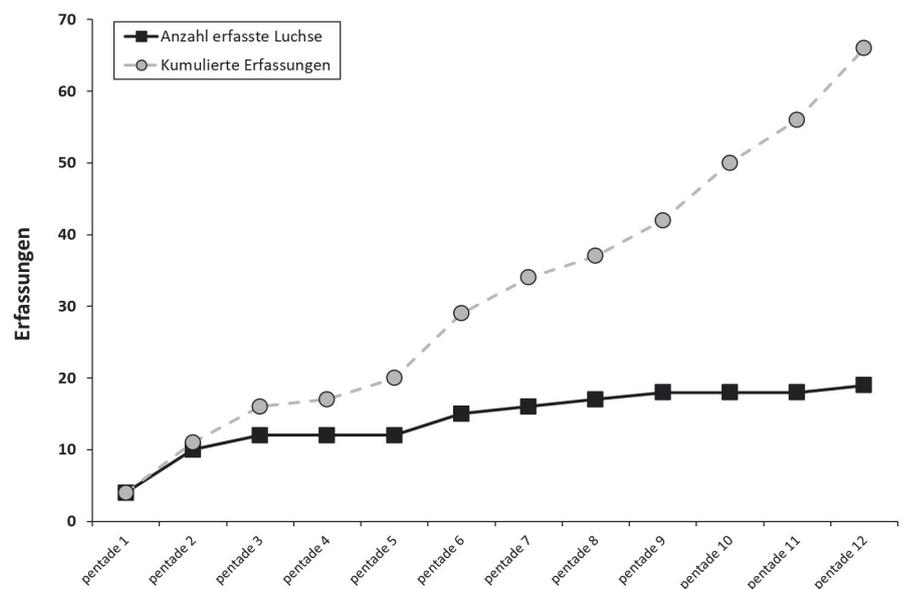


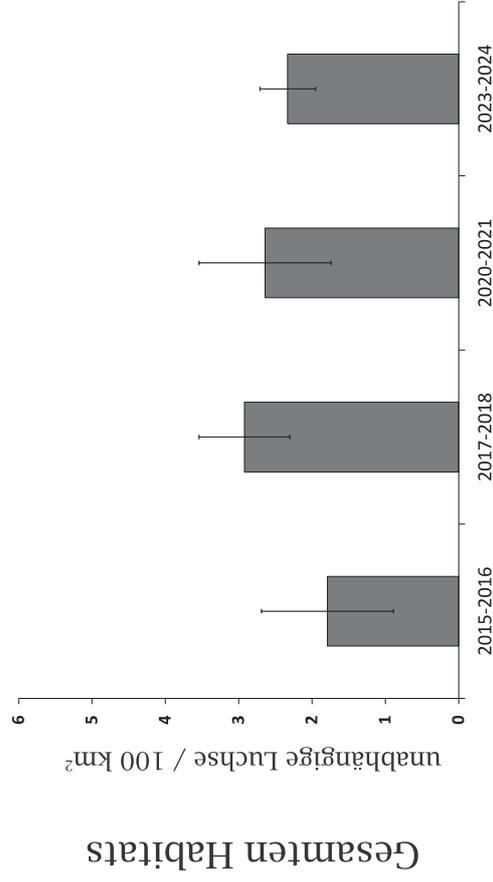
Abbildung 10

Anzahl der während des Monitoringzeitraums erfassten unabhängigen Luchse (schwarz) sowie die kumulierte Anzahl der Erfassungen (grau).

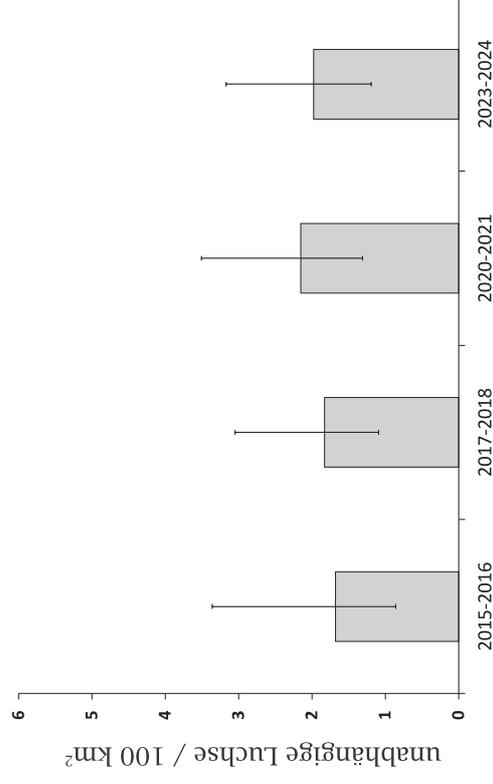
Vergleich der Dichten

Vergleicht man die Ergebnisse dieses Monitorings mit den Ergebnissen der letzten drei Monitorings, so zeigt sich, dass die für 2024 berechneten Dichten in allen Fällen statistisch nicht signifikant von den in den anderen Monitorings berechneten Dichten abweichen, was auf eine recht stabile Situation der Luchspopulation in der FRG hindeutet (Abb. 9). Es scheint sich jedoch ein nicht signifikanter Abwärtstrend abzuzeichnen.

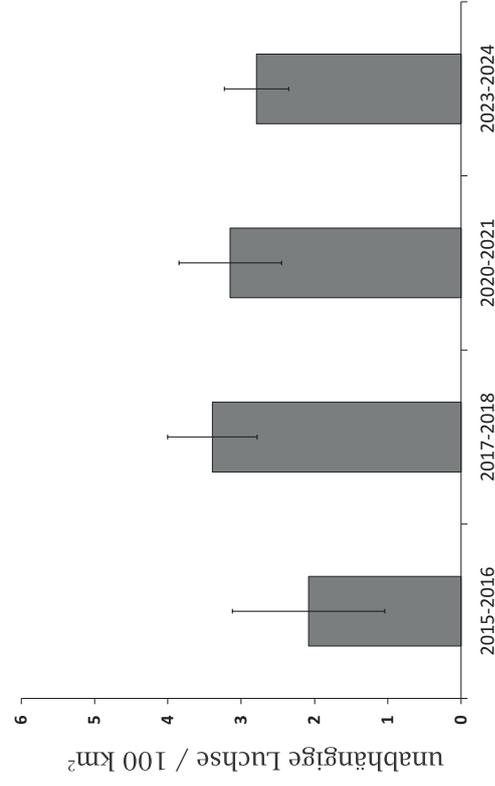
Nicht-räumliche Analysen



Räumliche Analysen



Gesamten Habitats



Geigneten Habitats

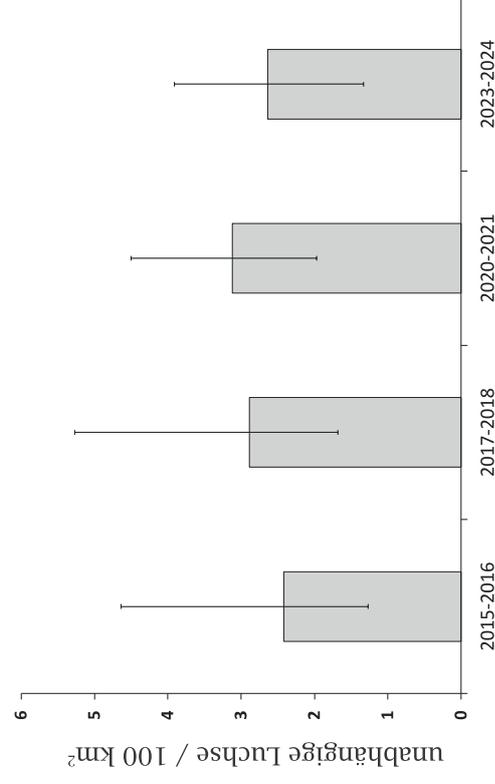


Abbildung 11

Vergleich der Schätzungen der Luchsdichte (2015-2016, 2017-2018, 2020-2021 und 2023-2024) auf der Grundlage von Modellen (räumlich oder nicht-räumlich) und unter Berücksichtigung des Lebensraums (alle Lebensräume oder nur günstiger Lebensraum).

5. Diskussion

Fotografisches Fallenstellen

Zum vierten Mal wurde in der vorliegenden Studie die Situation des Luchses in den gesamten Freiburger Voralpen mit Hilfe der sogenannten fotografischen Rückfangmethode beurteilt. Insbesondere dank der konsequenten Arbeit der beteiligten Wildhüter (häufiges und schnelles Eingreifen nach starken Schneefällen) sowie der Verwendung immer besserer Ausrüstung (Fotofallen, Lithiumbatterien usw.) war der Aufwand für die Probenahme noch nie so hoch. Insgesamt wurde in 9 von 12 Pentaden ein 100 %iger Probenahmeaufwand beobachtet. Ein Standort war wegen Schneefalls während einer ganzen Pentade nicht in Betrieb, wodurch der Probenahmeaufwand für die 3. Pentade auf 97% sank. Insgesamt waren die Ergebnisse mehr als zufriedenstellend und erreichten mit 99,58 % einen Rekordwert, der in der FRG noch nie beobachtet wurde. Dieser ermöglicht noch zuverlässigere Analysen.

Im Gegensatz zu den Vorjahren war die am häufigsten fotografierte Tierart nicht mehr der Fuchs, sondern die Gämse. Dieses Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass sich über mehrere Tage hinweg Gämsen vor der Fotofalle am Standort G5 aufhielten und so die Gesamtzahl der aufgenommenen Fotos erhöhten. Die räumliche Verteilung (siehe Anhänge) zeigt jedoch, dass der Fuchs wie in den Vorjahren die häufigste Art bleibt und an 29 der insgesamt 32 Standorte positive Beobachtungen gemacht wurden.

Mit insgesamt 171 Fotos ist der Luchs damit nach Gämse, Fuchs und Hirsch die am vierthäufigsten fotografierte Tierart. Dieses Ergebnis zeigt, dass dank mehrerer kleinerer Anpassungen der Standorte, die aufgrund der Erfahrungen der ersten drei Monitorings und der Beobachtungen der Wildhüter in den letzten zwei Jahren (extensives Monitoring) vorgenommen wurden, die Standorte weiterhin gut gewählt waren.

Turnover

Seit mehreren Jahren ist in der untersuchten Luchspopulation eine starke Fluktuation zu beobachten. Dieser kann die Folge einer Vielzahl von Faktoren sein (Krankheiten, Straßenunfälle, Abwanderung, andere Ursachen usw.). Im Allgemeinen zeigt jede Monitoring-Session, dass mehr als die Hälfte der erfassten Individuen neue Tiere sind. Da die potenzielle Lebensdauer des Luchses in freier Wildbahn 18-20 Jahre betragen kann, deutet dieses Phänomen auf den Einfluss nicht nur biologischer, sondern auch «externer» Faktoren hin.

Bereits 2013 hatte das Amt für Wald und Natur (WNA) anlässlich einer Sitzung der interkantonalen Kommission die Wichtigkeit dieser Beobachtung betont. Er hatte mit einfachen Vergleichen die hohe Fluktuation auf der Ebene des festen Referenzgebiets in den Voralpen dargestellt und vorgeschlagen, mit umfassenderen Analysen diese Studie direkt in das nationale Luchsmonitoring zu integrieren. Dieser Aspekt wurde übrigens vom WNA in den Sitzungen der Kommission in den folgenden Jahren mehrfach hervorgehoben. SCR-Modelle könnten in verschiedenen Regionen der Schweiz eingesetzt werden, um den Populationsumschwung zu analysieren und so gewisse Managementmassnahmen anzupassen. Das WNA wird bei den nächsten Sitzungen der interkantonalen Kommission und eventuell auch anlässlich der Sitzungen der Jagd- und Fischereiverwalter-Konferenz (JFK) einen neuen Antrag stellen, um dieses Phänomen besser zu verstehen und entsprechend handeln zu können.

Abundanz

Insgesamt wurden 20 unabhängige Luchse im Untersuchungsgebiet durch die nicht-räumlichen Modelle geschätzt, was einem Rückgang um ein Individuum im Vergleich zum letzten Monitoring entspricht. Es ist wichtig zu betonen, dass dieses Ergebnis nicht der Anzahl der Luchse im Kanton Freiburg entspricht, sondern der Anzahl der unabhängigen Individuen mit einem Teil oder der Gesamtheit ihres Territoriums in der FRG während des Zeitraums des Monitorings. Tatsächlich haben mehrere im Kanton Freiburg (FRG) nachgewiesene Luchse, wie durch das nationale Monitoring nachgewiesen (Sterrer et al. 2024), einen Teil ihres Territoriums (Lebensraum), der sich ausserhalb des Kantons befindet, z.B. das Männchen B859 (BE und FR), oder das Weibchen B878 (VD und FR). Es ist daher wahrscheinlich, dass andere Individuen, die im Kanton Freiburg vorkommen, ihr Revier auch mit den Nachbarkantonen teilen, ohne im intensiven nationalen Monitoring entdeckt worden zu sein. Dieser Punkt ist entscheidend, um falsche Schlussfolgerungen zu vermeiden.

Schätzung der Dichte

In den vier mit unterschiedlichen Methoden durchgeführten Dichteschätzungen wurden keine signifikanten Unterschiede zu den Ergebnissen der vorangegangenen Monitorings festgestellt. Dank einer relativ hohen Wiederfangrate ist der Grad der Ungenauigkeit geringer als in den Vorjahren. Allerdings ist dieser Ungenauigkeitsgrad immer noch recht hoch, was zum Teil auf Randeffekte zurückzuführen ist, die zu Populationsschwankungen führen können und in kleinen Untersuchungsgebieten stärker ausgeprägt sind. Es ist anzumerken, dass die Fläche der FRG grössenmässig an der unteren Grenze der in der Schweiz beprobten Referenzgebiete liegt.

Vergleich der Dichten

Die Schätzungen, die 2023-2024 unter Anwendung der gleichen Methoden wie in den letzten beiden Monitorings berechnet wurden, unterscheiden sich nicht signifikant von den Ergebnissen der vorherigen Monitorings. Die Verwendung des Konfidenzintervalls (KI - 95%) ermöglicht es, direkt in den Grafiken zu sehen, ob ein Unterschied signifikant ist oder nicht. Insgesamt ist die Situation recht stabil, obwohl sich ein Abwärtstrend in der FRG abzeichnen scheint. Dieses Phänomen deutet darauf hin, dass die Lebensraumkapazität für den Luchs innerhalb der FRG erreicht ist, was zu Schwankungen in der Population führt. Ausserhalb der FRG wird hingegen eine Zunahme der Population in neuen, wenig oder bisher nicht vom Luchs besiedelten Gebieten beobachtet, vor allem in der Region Mittelland (Zunahme der Hinweise auf Anwesenheit, Ausbreitung in Richtung Mittelland). Diese Studie hat zum Ziel, den Einfluss von Genetik, Gesundheit und Demografie auf den Erhaltungszustand der Luchspopulationen in der Schweiz besser zu verstehen und konkrete Empfehlungen für ein langfristiges genetisches Management zu erarbeiten.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse des Monitorings und der Analysen in diesem Bericht sind für das WNA sehr wichtig, um die Entwicklung der Luchspopulation in den gesamten Freiburger Voralpen (stabile Population) besser zu kennen. Dieses intensive Monitoring, das alle 2-3 Jahre gleichzeitig mit dem nationalen Monitoring realisiert wird, ergänzt die zahlreichen Daten, die kontinuierlich während des ganzen Jahres (extensives Monitoring) gesammelt werden, und erfüllt somit die diesbezüglichen Bundesbestimmungen (Konzept Luchs Schweiz, 2016). All diese Daten werden für die Erhaltung des Luchses und dessen Management im Kanton Freiburg berücksichtigt. Wie die Analysen der Fluktuation zeigen, haben jedoch mehrere Variablen (z. B. Krankheit, Unfälle, andere Ursachen usw.) einen starken Einfluss auf die nachhaltige Erhaltung der Art. Es ist daher unerlässlich, diese Faktoren genauer zu untersuchen, um den Anforderungen an die Erhaltung der Luchspopulation besser gerecht zu werden.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Schätzung der Dichte nicht der einzige Faktor ist, der für eine mögliche Regulierung der Population in Betracht gezogen werden muss. Nach den einschlägigen Bundesrichtlinien sind dafür drei Fälle möglich, die nur dann eintreten, wenn alle Bedingungen erfüllt sind. Diese Fälle beziehen sich nicht auf die FRG, sondern auf die Unterkompartimente, die in Anhang 2 des Konzepts Luchs Schweiz (2016) beschrieben sind.

6. Literaturverzeichnis

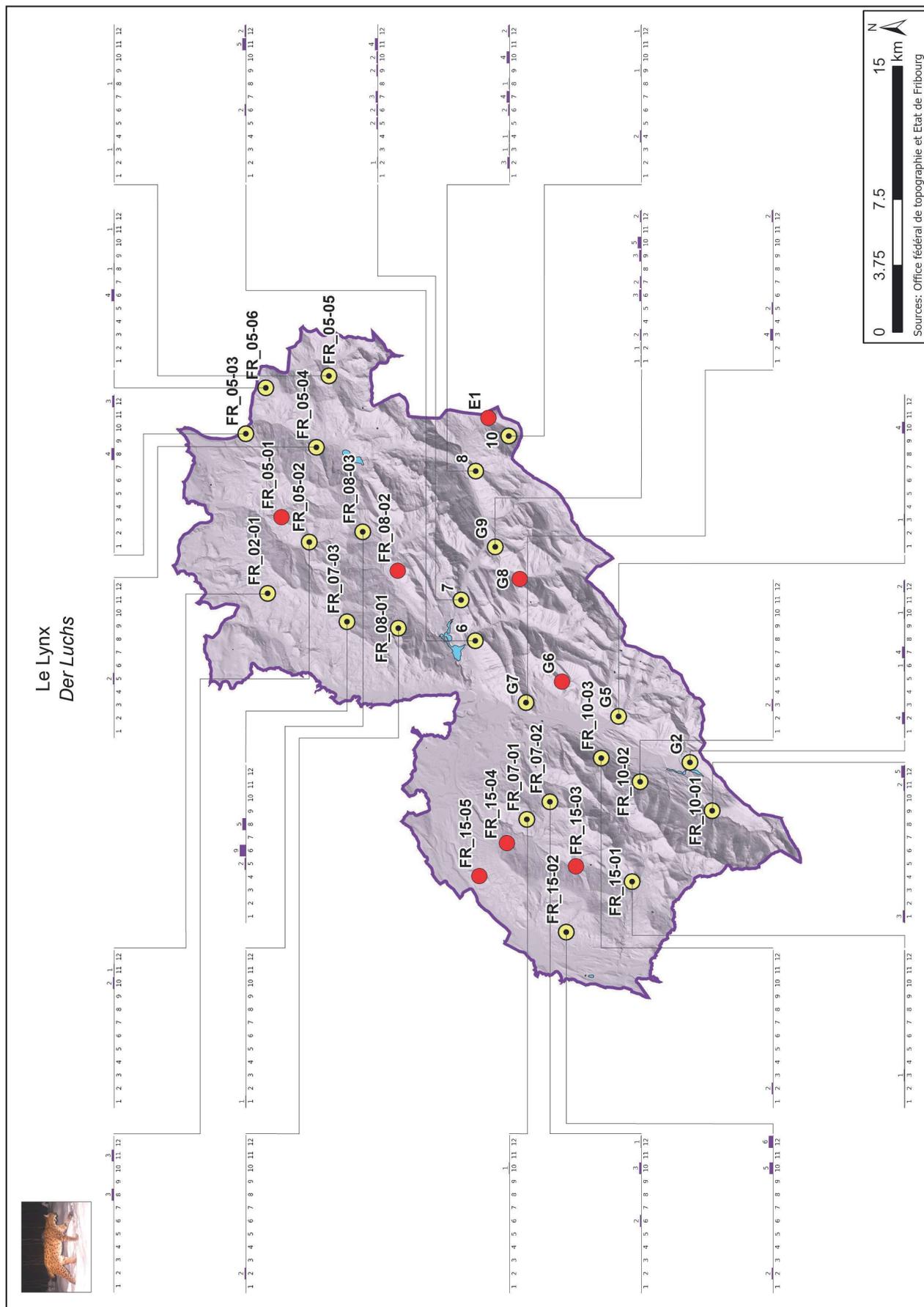
- Athreya, V., Odden, M., Linnell, J.D.C, Krishnaswamy, J. & Karanth, U. (2013). Big cats in our backyards : persistence of large carnivores in a human dominated landscape in India. *Plos One*, 8, 1 – 8.
- Bagchi, S. & Mishra, C. (2006). Living with large carnivores: predation on livestock by the snow leopard (*Uncia uncia*). *Journal of Zoology* 268 (3): 217-224.
- Breitenmoser-Würsten, Ch., Zimmermann, F., Ryser, A., Capt, S., Laass, J., Siegenthaler, A. & Breitenmoser, U. (2001) Untersuchung zur Luchspopulation in der Nordwestalpen der Schweiz 1997-2000. *Kora Bericht*, 9d,1–88.
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. (2002) *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretical Approach*, 2nd edn. Springer-Verlag, New York.
- Cederlund, G., Bergqvist, J., Kjellander, P., Gill, R., Gaillard, J.M., Boisaubert, B., Ballon, P. & Duncan, P. (1998) Managing roe deer and their impact on the environment: maximizing the net benefits to society. *The European Roe Deer: The Biology of Success* (eds R. Anderson, P. Duncan & J.D.C. Linnell), pp. 337-371. Scandinavian University Press, Oslo.
- Chapron, G., et al. (2014). Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Sciences*, 346, 1517–1519.
- Coates, R., Delwiche, M., Gorenzel, W.P. & Salmon, T. (2010). Evaluation of damage by vertebrate pests in California vineyards and control of wild turkeys by bioacoustics. *Utah State University* 4 (1): 130 144.
- Eeden L.M., Crowther, M.S., Dickman, C.R., MacDonald, D.W., Ripple, W.J., Ritchie, E.G. & Newsome, T.M. (2018). Managing conflict between large carnivores and livestock. *Conservation Biology*, 32, 26 – 34.
- Efford, M.G., Borchers, D.L. & Byrom, A.E. (2008). Density estimation by spatially explicit capture-recapture: likelihood-based methods. *Modelling demographic processes in marked populations* (eds. D.L. Thomson, E.G. Cooch & M.J. Conroy), pp. 255-269. Springer-Verlag, New-York.
- Efford, M.G. (2016) Spatially explicit capture-recapture in R. Package “secr”. <http://www.cran.r-project.org/>
- ESRI (2017). ArcMap 10.5. Environmental Systems Research Institute. Inc., Redlands, California.
- Estes, J.A., Terborgh, J., Brashares, J.S., Power, M.E., Berger, J., Bond, W.J., Carpenter, S.R., Essington, T.E., Holt, R.D., Jackson, J.B.C, Marquis, R.J., Oksanen, L., Oksanen, T., Paine, R.T., Pikitich, E.K., Ripple, W.J., Sandin, .A., Scheffer, M., Schoener, T.W., Shurin, J.B., Sinclair, A.R.E., Soulé, M.E., Virtanen, R. & Wardle D.A. (2011). Trophic downgrading of planet Earth. *Science* 333, 301–306.
- Laass, J. (1999) Evaluation von Photofallen für ein quantitatives Monitoring einer Luchspopulation in den Schweizer Alpen. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Laass J. (2002) Fotofallen-Monitoring im westlichen Berner Oberland 2001. Fotofallen-Extensiv-Einsatz 2001. Fotofallen-Intensiv-Einsatz Winter 2001/2002. KORA Bericht Nr. 14 d, 28 pp.
- Larrucea, E.S., Brussard, P.F., Jaeger, M.M. & Barrett, R.H. (2007). Cameras, coyotes, and the assumption of equal detectability. *Journal of Wildlife Management*, 71, 1682–9.

-
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Royle, J.A., Pollock, K.H., Bailey, L.L., & Hines, J.E. (2006). *Occupancy Estimation and Modeling. Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence*. Elsevier Academic Press publications. San Diego, California.
- Mattioli, L., Canu, A., Passilongo, D., Scandura, M. & Apollonio, M. (2018). Estimation of pack density in grey wolf (*Canis lupus*) by applying spatially explicit capture-recapture models to camera trap data supported by genetic monitoring. *Frontiers in Zoology*, 15, 1-38.
- Meek, P.D., Ballard, G.A., Fleming, P.J.S., Schaefer, M., Williams, W. & Falzon, G. (2014). Camera Traps can be heard and seen by animals. *Plos One* 9(10): e110832.
- Meriggi, A. & Lovari, S. (1996) A review of wolf predation in southern Europe: does the wolf prefer wild prey to livestock? *Journal of Applied Ecology*, 33, 1561-1571.
- Glikman, J.A., Frank, B., D'Amico, D., Boitani, L. & Ciucci, P. (2023). Sharing land with bears: Insights toward effective coexistence. *Journal for Nature Conservation* 74: 1-8.
- Head, J.S., Boesch, C., Robbins, M.M., Rabanal, L.I., Makaga, L., Köhl, H.S. (2013). Effective sociodemographic population assessment of elusive species in ecology and conservation management. *Ecology and Evolution*, 3, 2903–2916.
- Henschel, P. & Ray, J. (2003) *Leopards in African Rainforests: Survey and Monitoring Techniques*. Wildlife Conservation Society, New York.
- Hervias, S., Henriques, A., Oliveira, N., Pipa, T., Cowen, H., Ramos, J.A., Nogales, M., Geraldés, P., Silva, C., de Ybáñez, R.R. & Opper, S. (2012). Studying the effects of multiple invasive mammals on Cory's shearwater nest survival. *Biological Invasions* 15 (1): 143-155
- Hoeks, S., Huijbregts, M.A.J., Busana, M., Harfoot, M.B. J., Svenning, J.-C. & Santini, L. (2020). Mechanistic insights into the role of large carnivores for ecosystem structure and functioning. *Ecography* 43: 1752 – 1763.
- Karanth, K.U., Sunquist, M.E. & Chinnappa, K.M. (1999) Long-term monitoring of tigers: lessons from Nagarahole. *Riding the tiger: tiger conservation in human-dominated landscapes* (eds J. Seidensticker, S. Christie & P. Jackson), pp. 114-122. Cambridge University Press, Cambridge.
- Karanth, K.U. & Madhusudan, M.D. (2002) Mitigating human-wildlife conflicts in southern Asia. *Marking parks work: identifying key factors to implementing parks in the tropics* (eds J. Terborgh, C.P. Van Schaik, M. Rao & L.C. Davenport), 250-264 p. Island Press, Covelo.
- Karanth, K.U. & Nichols, J.D. (2002) *Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia*. Bangalore, Karnataka, India: Center for Wildlife Studies.
- Karanth, K.U., Nichols, J.D., Kumar, N.S. & Hines, J.E. (2006) Assessing tiger population dynamics using photographic capture-recapture sampling. *Ecology*, 87, 2925–2937.
- Kelly, M.J., Noss, A.J., DiBitetti, M.S., Maffei, L., Arispe, R., Paviolo, A., De Angelo, C.D. & DiBlanco, Y.E. (2008) Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina, Belize. *Journal of Mammalogy*, 89, 408–415.
- Koju, N.P., Bashyal, B., Pandey, B.P., Shah, S.N., Thami & Bleisch, W.V. (2020). First camera-trap record of the snow leopard *Panthera uncia* in Gaurishankar Conservation Area, Nepal. *Oryx*. 4 pp.

-
- Kunz, F., Le Grand, L., Ziegler, E., Bürki, R. & Zimmermann, F. (2021). Estimation par capture-recapture photographique de l'abondance et densité du lynx dans le compartiment Simme Saane IVa durant l'hiver 2020/2021. KORA Bericht 103 FR, 16 pp.
- O'Connell, A., Nichols, J. & Karanth, K.U. (2011). Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. Springer Science & Business Media, 271 pp.
- Office fédéral de l'environnement OFEV (2010) Forêt et gibier - Notions de base pratiques. Bases scientifiques et méthodologiques de la gestion intégrée du chevreuil, du chamois, du cerf élaphe et de leur habitat. Connaissance de l'environnement 1013, 232 p.
- Oppel, S., Burns, F., Vickery, J., George, K., Ellick, G., Leo, D. & Hillman, J. (2014). Habitat-specific effectiveness of feral cat control for the conservation of an endemic ground-nesting bird species. *Journal of Applied Ecology* 51 (5): 1246-1254.
- Pesenti, E. & Zimmermann, F. (2013). Density estimation of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the Swiss Alps. *Journal of Mammalogy*, 94, 73 – 81.
- Pesenti, E., Genoud, J., Jordan, P., Maradan, F., Mauron, M., Peissard, E., Pharisa, M., Riedo, P. & Romanens, P. (2017). Monitoring du lynx dans le canton de Fribourg – Hiver 2015-2016. Direction des institutions, de l'agriculture et des forêts (DIAF), Service des forêts et de la faune (SFF), 27 pp.
- Pesenti, E., Schaller, D., Heeb, C., Blatter, N., Najla, N., Zimmermann, U., Zimmermann, F., Pewsner, M. & Schnidrig, R. (2018a). Régulation des populations de lynx. Commission intercantonale IV du 3 septembre 2018. 38 pp.
- Pesenti, E., Aebischer, A., Genoud, J., Hässig, R., Jaffrédou, S., Jordan, P., Maradan, F., Mauron, M., Peissard, E., Riedo, P. & Romanens, P. (2018b). Monitoring du lynx dans le canton de Fribourg – Hiver 2017-2018. Direction des institutions, de l'agriculture et des forêts (DIAF), Service des forêts et de la faune (SFF), 30 pp.
- Pesenti, E., Schneider, D., Genoud, J., Jaffrédou, J., Jordan, P., Maradan, F., Mauron, M., Riedo, P., Romanens, P., Zaugg, D., Schnider, M.-N. & Binz, A. (2021). Monitoring du lynx dans le canton de Fribourg – Hiver 2020-2021. Direction des institutions, de l'agriculture et des forêts (DIAF), Service des forêts et de la nature (SFN), 40 pp.
- Pesenti, E. (2023). Histoire et gestion du loup – Une espèce qui divise toujours et encore. *Alpages un heritage en mouvement*. Cahiers du Musée gruérien ISSN 1422-2175 : 93 – 100.
- Plan Lynx (2016). Aide à l'exécution de l'OFEV relative à la gestion du lynx en Suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV, 23 pp.
- Polisar, J. (2000) Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological perspectives of management issue. Ph.D. thesis, University of Florida.
- R Development Core Team (2024) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>.
- Ripple, W.J., Estes, J.A., Beschta, R.L., Wilmers, C.C., Ritchie, E.G., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M.P., Schmitz, O.J., Smith, D.W., Wallach, A.D. & Wirsing, A.J. (2014). Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science* 343, 1241484-1 – 1241484-11
- Ritchie, E.G., Elmhagen, B., Glen, A.S., Letnic, M., Ludwig, G. & McDonald, R.A. (2012). Ecosystem restoration with teeth: what role for predators? *Trends in Ecology & Evolution*, 27, 265–271.

-
- Royle, J.A., Karanth, K.U., Gopalaswamy, A.M. & Kumar, N.S. (2009). Bayesian inference in camera trapping studies for a class of spatial capture-recapture models. *Ecology*, 90, 3233-3244.
- Royle, J.A., Chandler, R.B., Sollmann, R. & Garner, B. (2014). *Spatial Capture-Recapture*. Waltham, MA: Academic Press.
- Ryser, A., von Wattenwyl, K., Willisch, C., Leathwood, I., Zimmermann, F. & Breitenmoser, U. (2005) 1. Monitoringbericht LUNO2 - Statusbericht Luchs Nordostschweiz Winter 2004/2005. KORA Bericht Nr. 31, 32 pp.
- Sarmiento, P., Cruz, J., Eira, C. & Fonseca, C. (2009). Evaluation of camera trapping forestimating red fox abundance. *Journal of Wildlife Management*, 73, 1207-12.
- Silveira, L., Jacomo, A.T.A. & Diniz-Filho, J.A.F. (2003) Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114, 351-355.
- Silver, S.C., Ostro, L.E.T., Marsh, L.K., Maffei, L., Noss, A.J., Kelly, M.J., Wallace, R.B., Gomez, H. & Ayala, G. (2004) The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38, 148-154.
- Stanley, T.R. & Burnham, K.P. (1999). A closure test for time-specific capture-recapture data. *Environmental and Ecological Statistics*, 6, 197-209.
- Sterrer, U., Le Grand, L., Bräm, R., Kohler, S. & Zimmermann, F. (2024). Estimation par capture-recapture photographique de l'abondance et densité du lynx dans l'aire de référence Simme-Saane IVa durant l'hiver 2023/2024. KORA-Bericht 122, 17 pp.
- Sunquist, M. & Sunquist, F. (2002). *Wild cats of the World*. The University of Chicago Press. Chicago and London. 452 p.
- Svenning, J.-C., Pedersen, P.B., Donlan, C.J., Ejrnaes, R., Faurby, S., Galetti, M., Hansen, D.M., Sandel, B., Sandom, C.J., Terborgh, J.W. & Vera, F.W.M. (2016). Science for a wilder Anthropocene: synthesis and future directions for trophic rewilding research. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 113: 898-906
- Williams, B.K., Nichols, J.D. & Conroy, M.J. (2002). *Analysis and Management of Animal Populations: Modeling, Estimation and Decision Making*. Academic Press. Springer-Verlag, New-York
- White, G.C. & Burnham, K.P. (1999). Program MARK survival estimation from populations of marked animals. *BirdStudy*, 46, 120-138.
- Wolf, C. and Ripple, W. J. 2018. Rewilding the world's large carnivores. *R. Soc. Open Sci.* 5: 172235.
- Zimmermann, F. (2004) Conservation of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in a fragmented landscape - habitat models, dispersal, and potential distribution. PhD Thesis, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Switzerland.
- Zimmermann F., Fattebert J., Breitenmoser-Würsten Ch. & Breitenmoser U. (2007) Abondance et densité du lynx: estimation par capture-recapture photographique dans le Nord du Jura suisse. KORA Bericht Nr. 37 f, 24 pp.

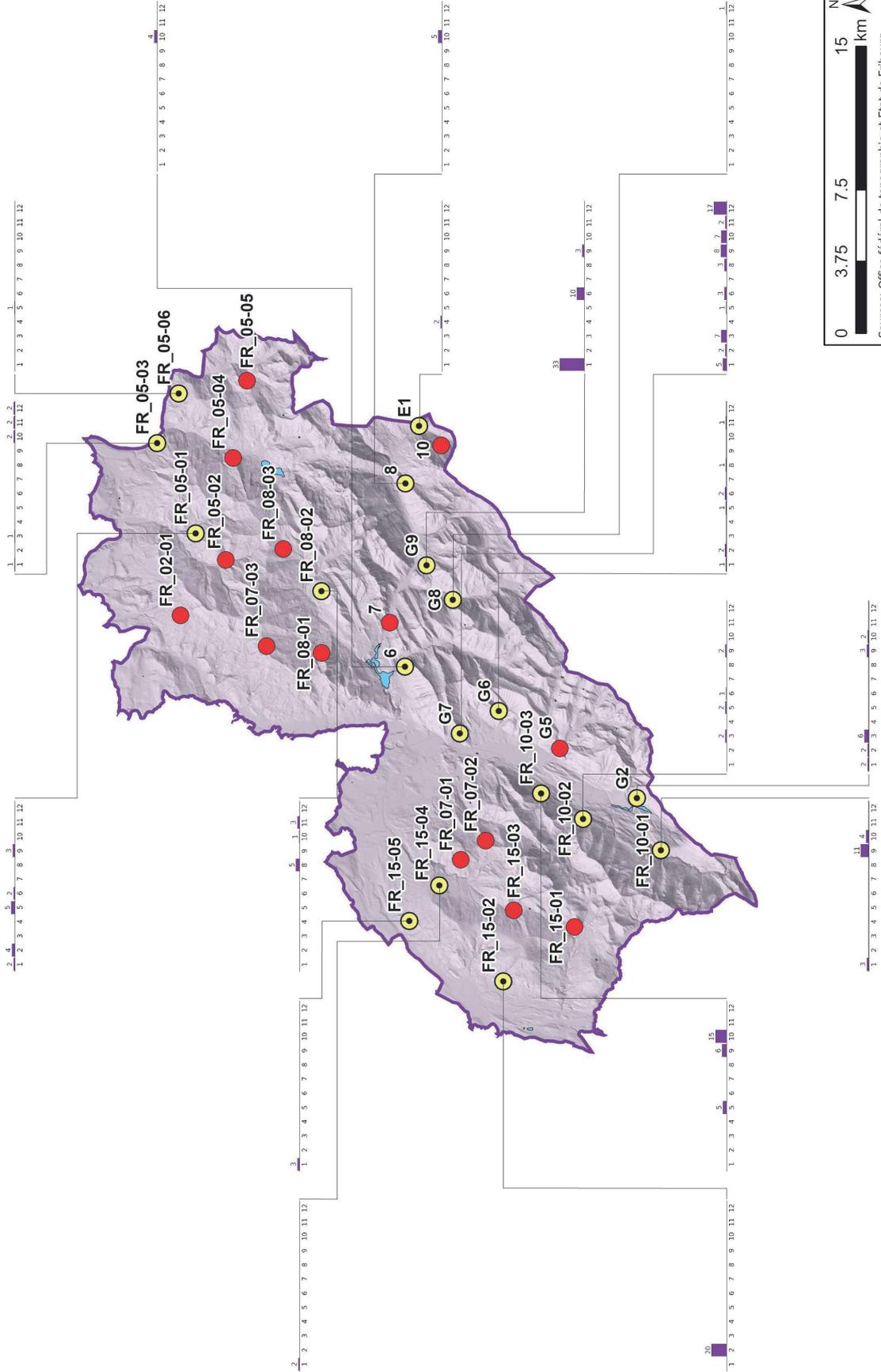
Anhang 1. Nachweis anderer Säugetiere



1.1 Lynx lynx
Verteilung und Häufigkeit der Luchserfassungen pro Standort und Pentade während des Monitoringzeitraums (25.11.2023 – 23.01.2024).



Le Cerf Der Hirsch

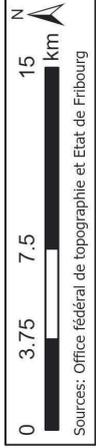
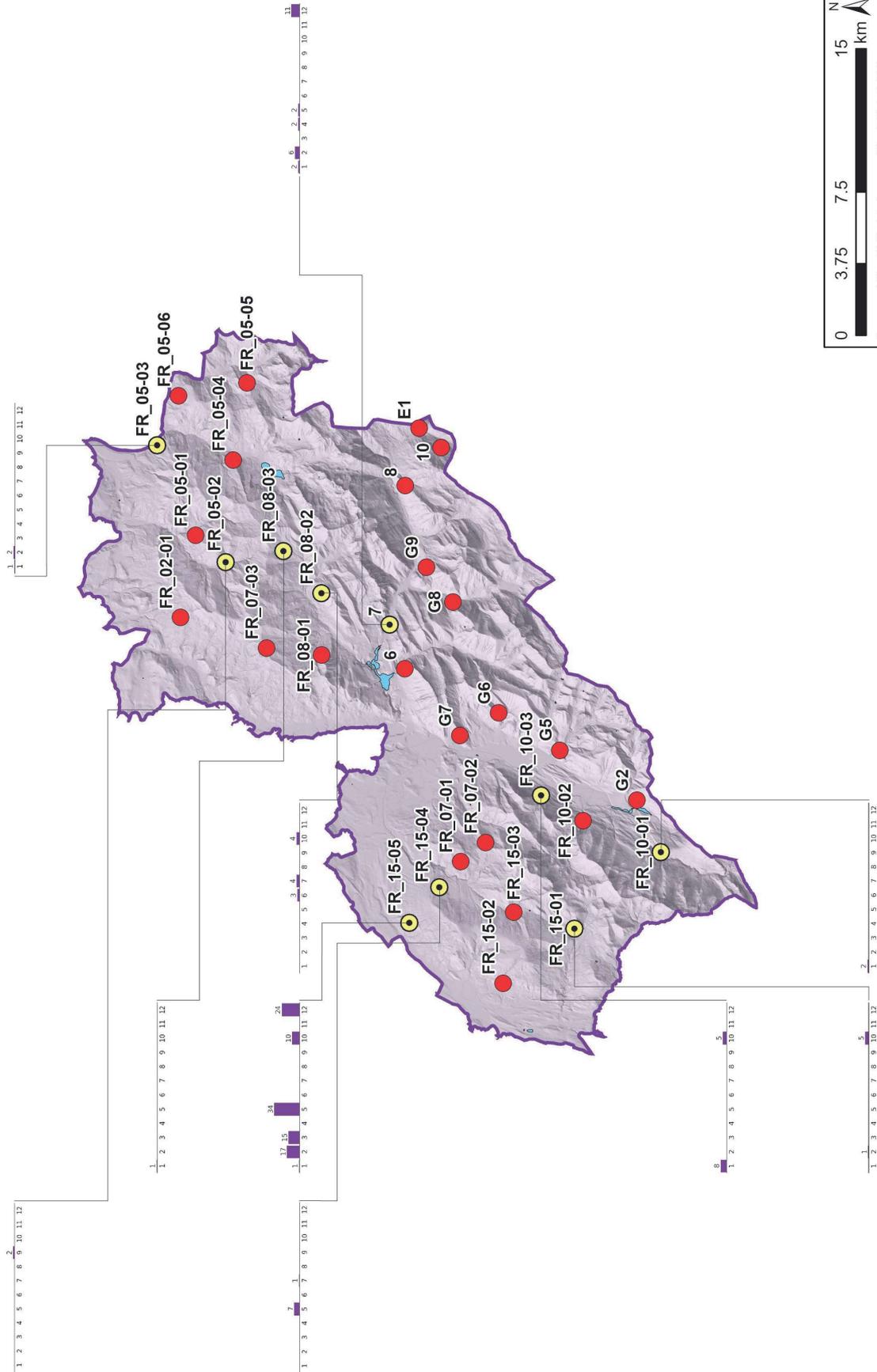


1.2 *Cervus elaphus*

Verteilung und Häufigkeit der Hirscherfassungen pro Standort und Pentade während des Monitoringzeitraums (25.11.2023 - 23.01.2024).



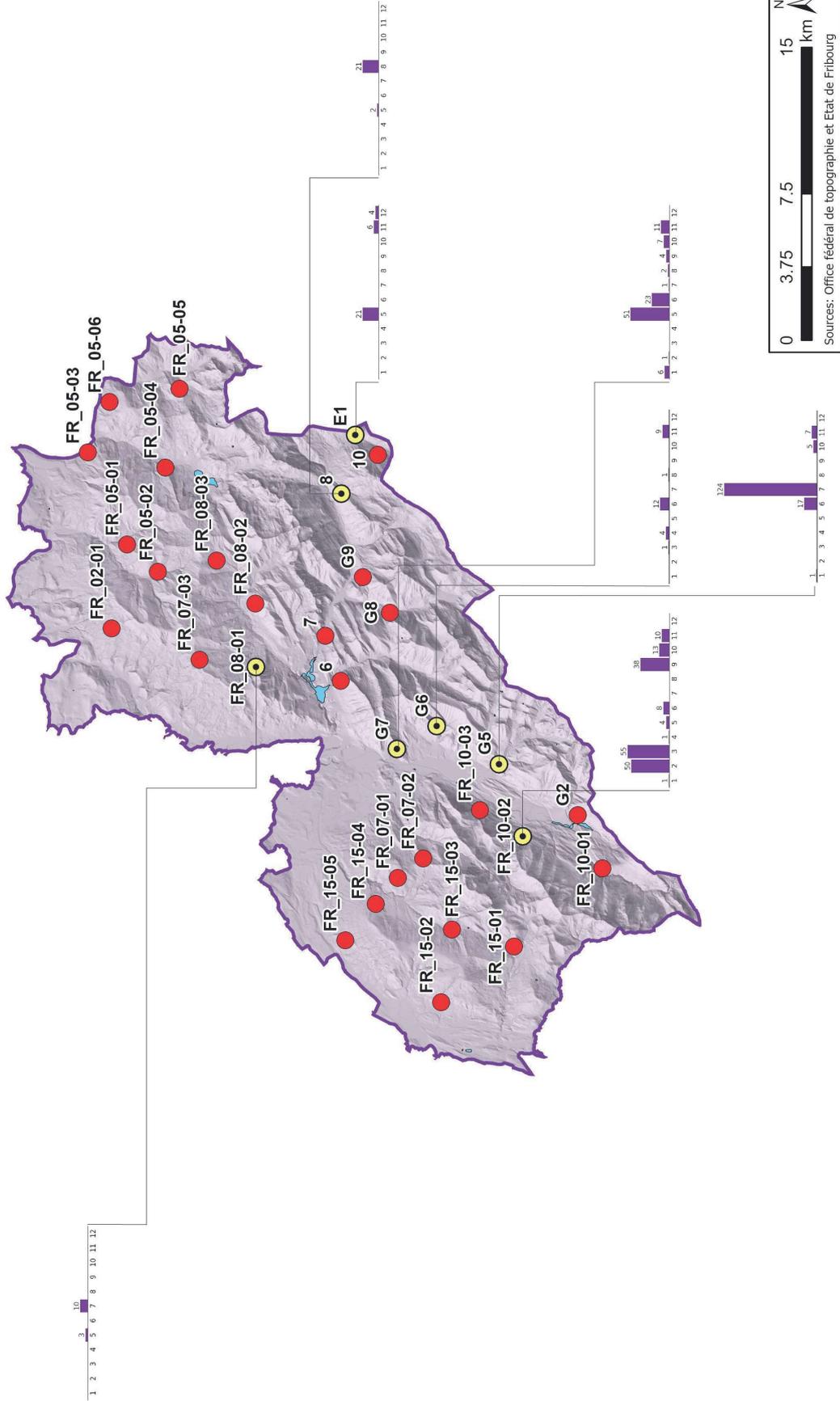
Le Chevreuil Der Hirsch



1.3 Capreolus capreolus
Verteilung und Häufigkeit der Reherrfassungen pro Standort und Pentade während des Monitoringzeitraums (25.11.2023 - 23.01.2024).

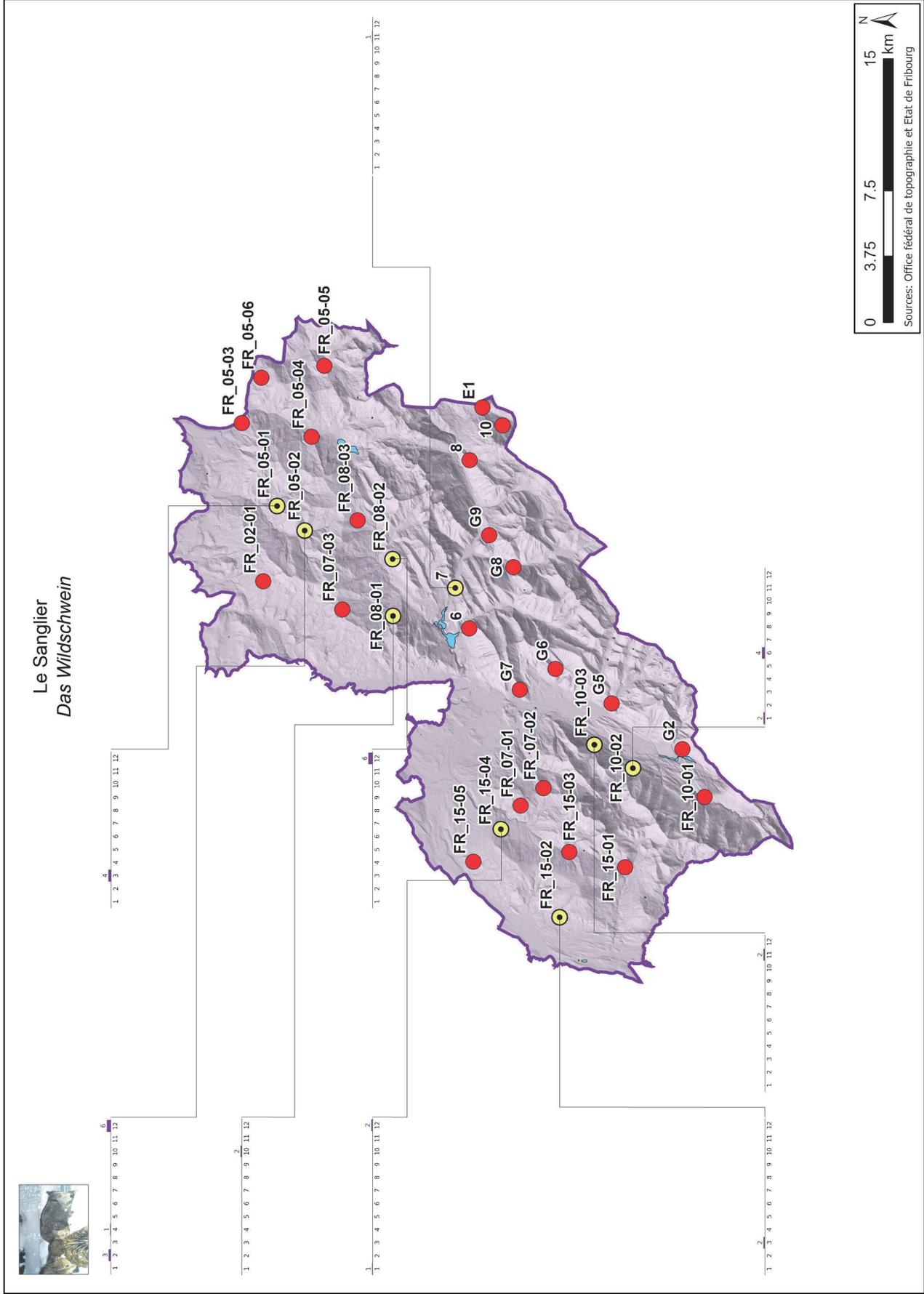


Le Chamois
Die Gämse



1.4 *Rupicapra rupicapra*

Verteilung und Häufigkeit der Erfassungen von Gämsen pro Standort und Pentade während der Monitoringperiode (25.11.2023 – 23.01.2024).

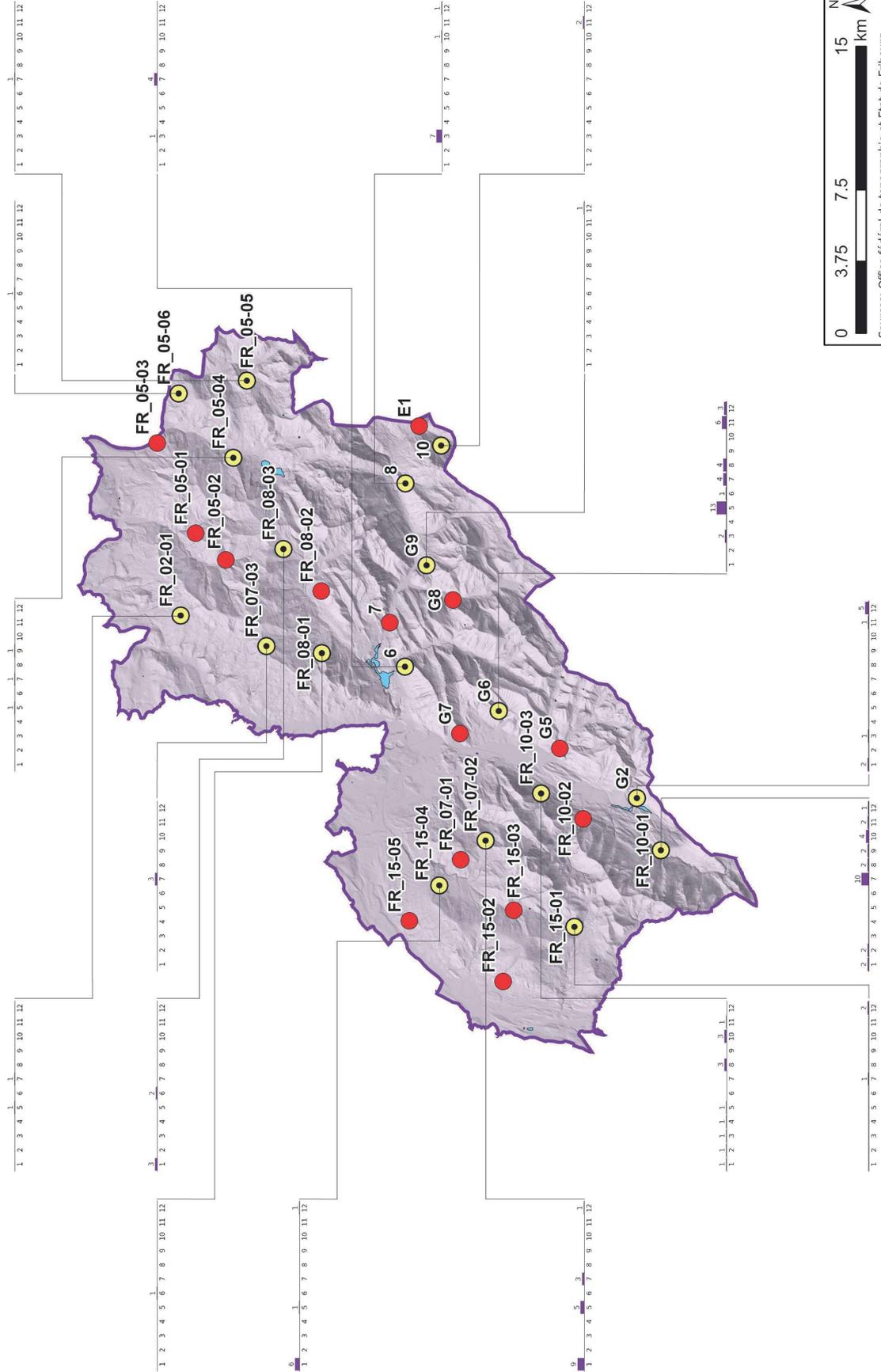


1.5 Sus scrofa

Verteilung und Häufigkeit der Wildschweinerfassungen pro Standort und Pentade während der Monitoringperiode (25.11.2023 - 23.01.2024).



Le Lièvre brun
Der Feldhase

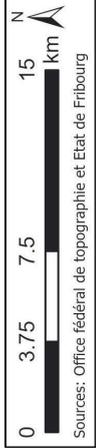
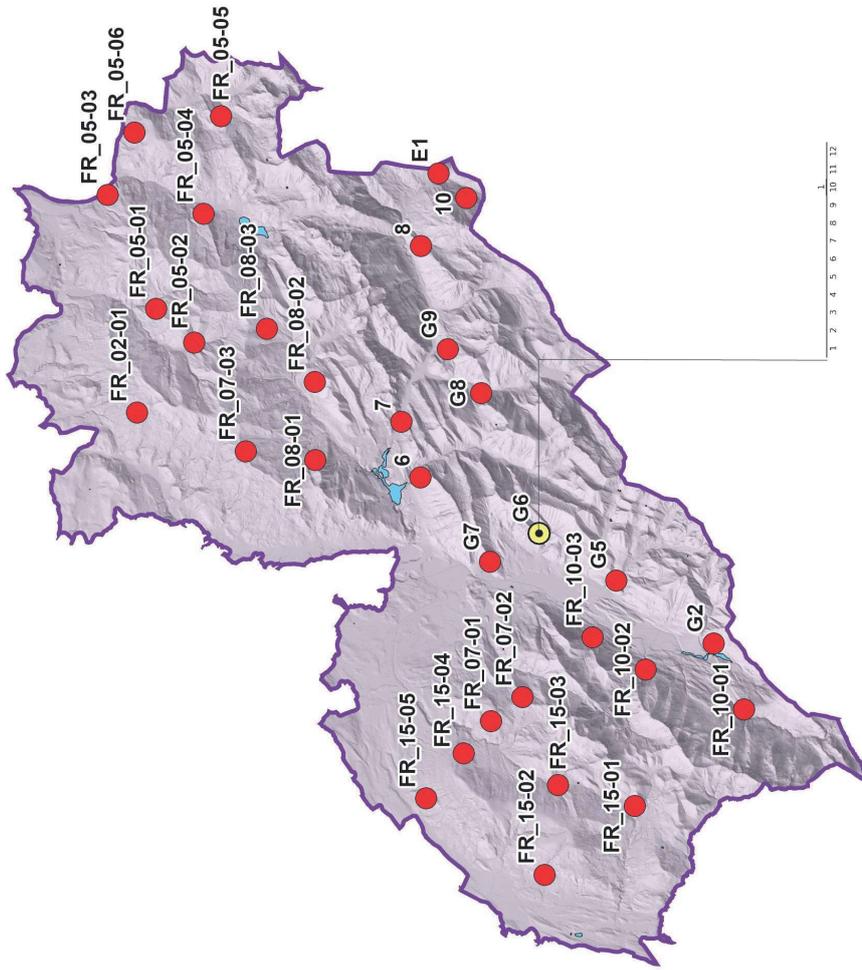


1.6 *Lepus europaeus*

Verteilung und Häufigkeit der Feldhasenerfassungen pro Standort und Pentade während des Monitoringzeitraums (25.11.2023 - 23.01.2024).



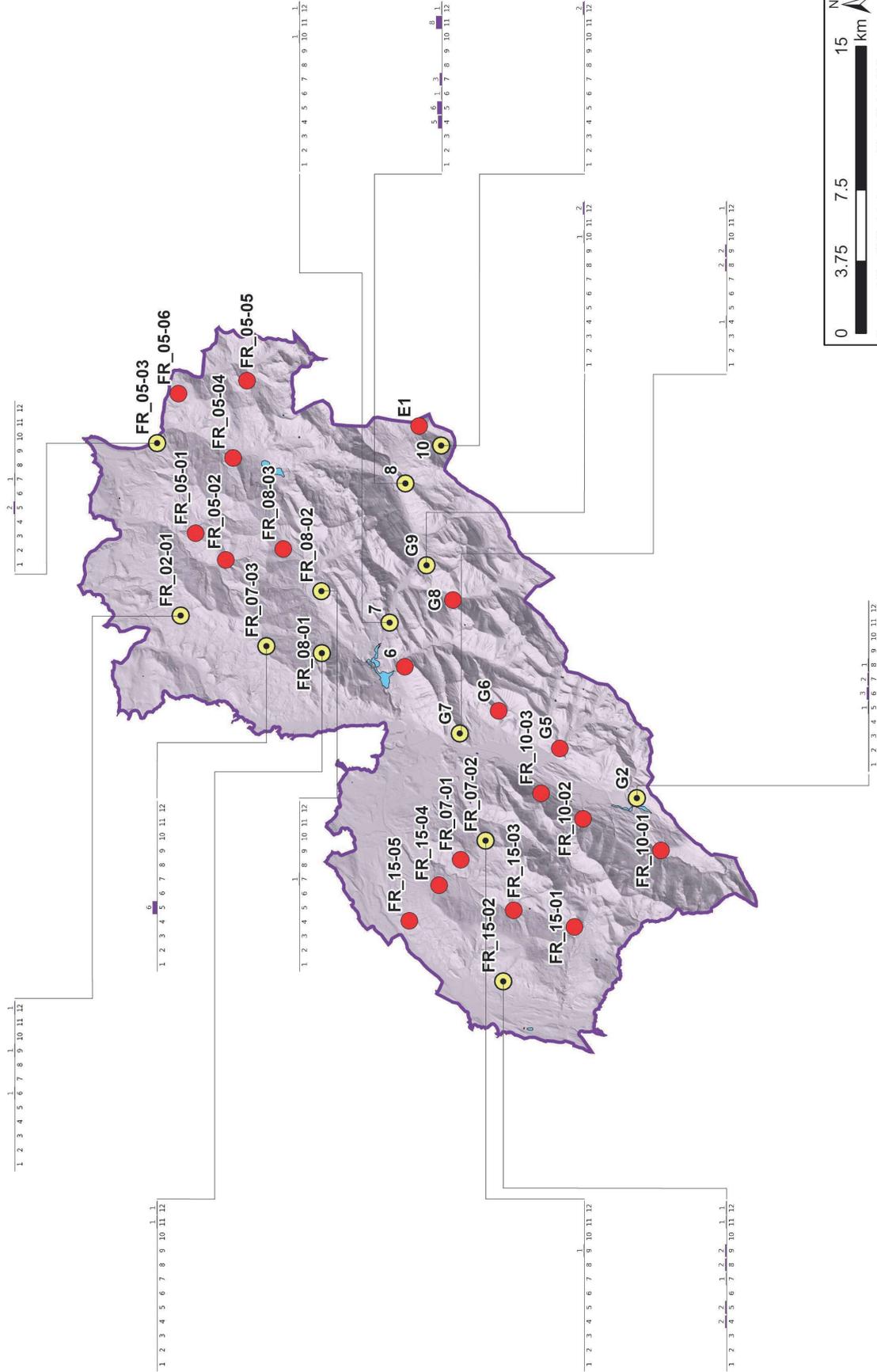
Le Lièvre variable
Der Schneehase



1.7 Lepus timidus
Verteilung und Häufigkeit der Schneehasenerfassungen pro Standort und Pentade während des Monitoringzeitraums (25.11.2023 - 23.01.2024).



Le Blaireau
Der Dachs

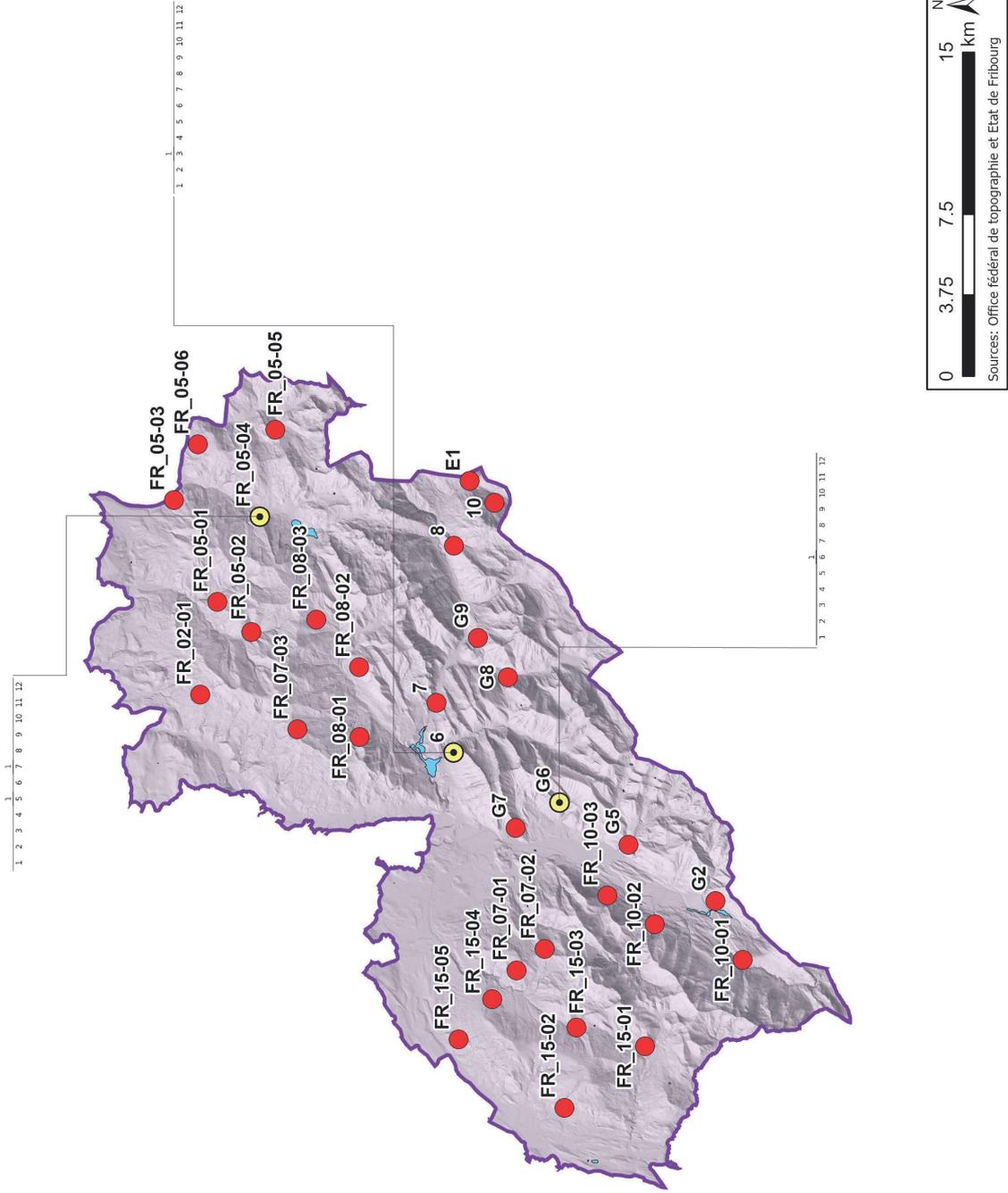


1.8 *Meles meles*

Verteilung und Häufigkeit der Dachserfassungen pro Standort und Pentade während des Monitoringzeitraums (25.11.2023 - 23.01.2024).



La Fouine
Der Steinmarder

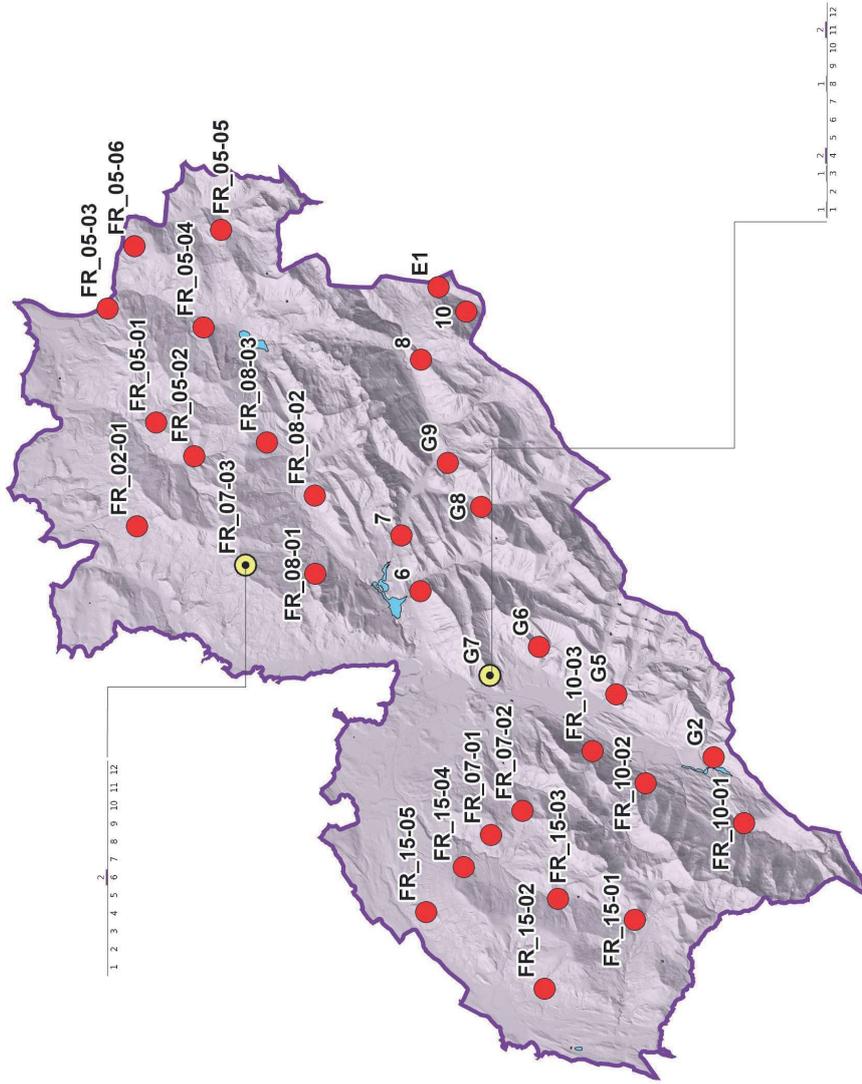


1.9 *Martes foina*

Verteilung und Häufigkeit der Steinmardererfassungen pro Standort und Pentade während der Monitoringperiode (25.11.2023 - 23.01.2024).

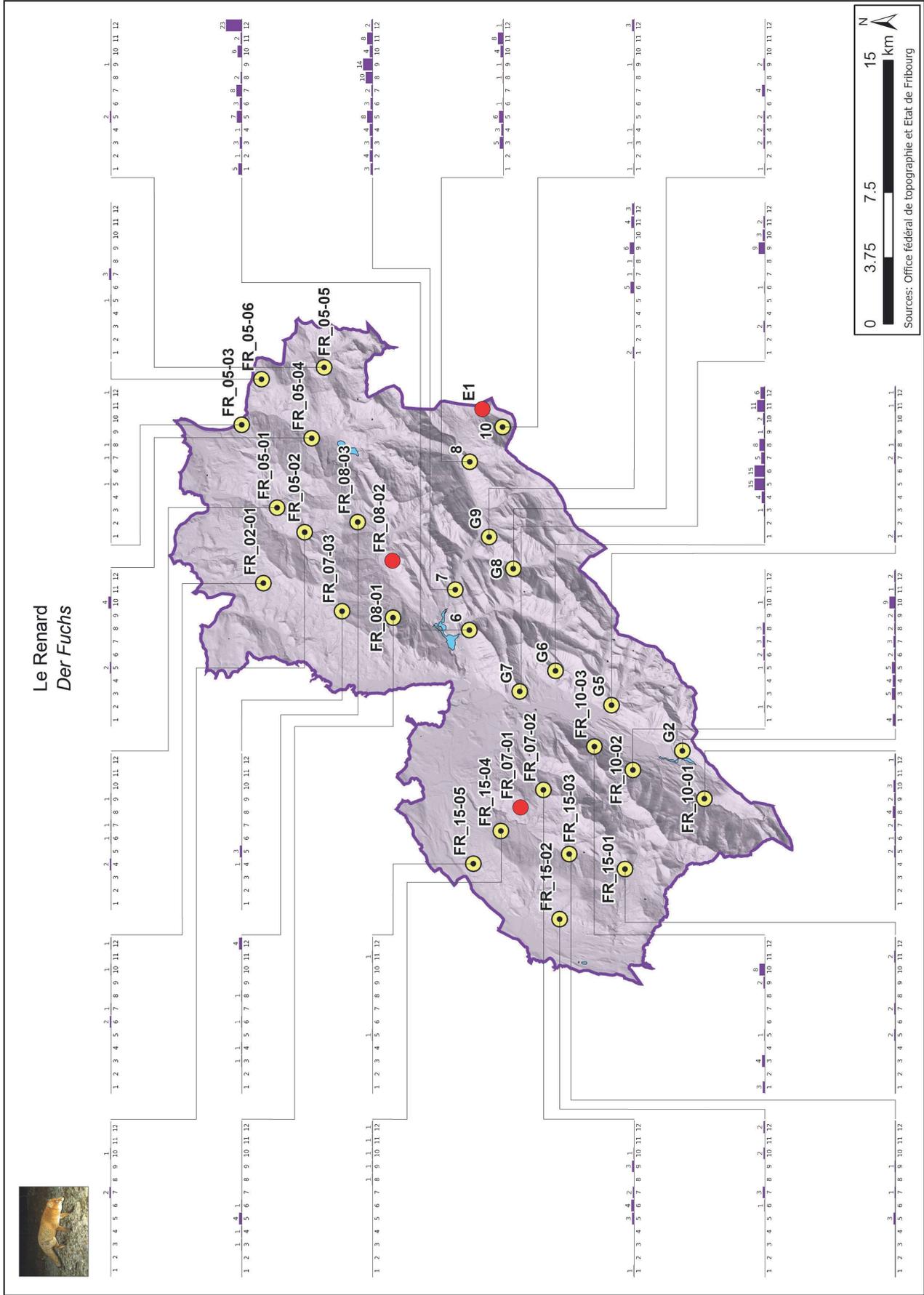


La Martre des pins
Der Baumarder



1.10 Martes martes

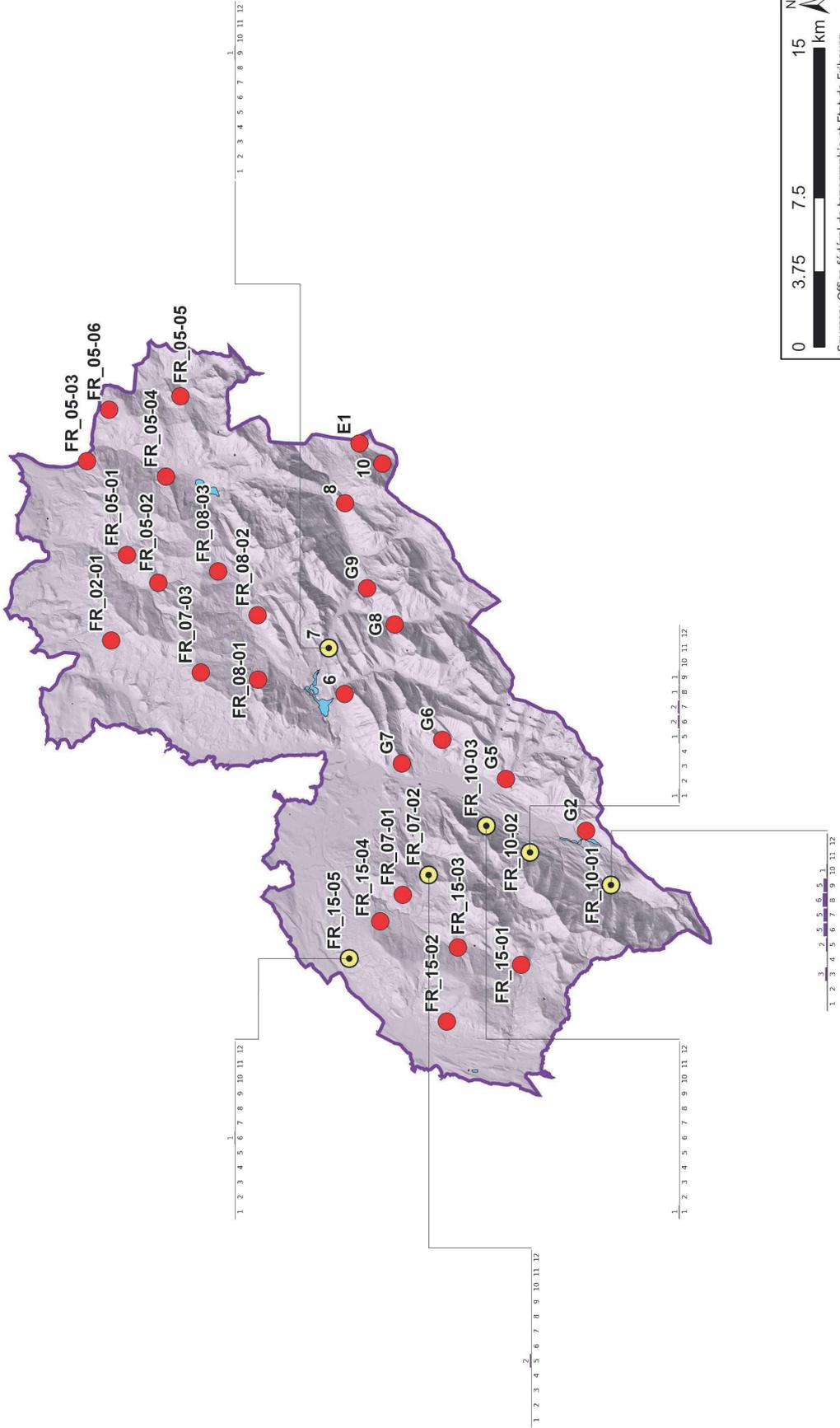
Verteilung und Häufigkeit der Baumarderefassungen pro Standort und Pentade während der Monitoringperiode (25.11.2023 - 23.01.2024).



1.11 *Vulpes vulpes*
Verteilung und Häufigkeit der Fuchserfassungen pro Standort und Pentade während der Monitoringperiode (25.11.2023 - 23.01.2024).



Le chat domestique
Die Hauskatze



1.12 *Felis catus*
Verteilung und Häufigkeit der Erfassungen von Hauskatzen pro Standort und Pentade während des Monitoringzeitraums (25.11.2023 - 23.01.2024).

Amt für Wald und Natur WNA

Route du Mont Carmel 5, Postfach 155, 1762 Givisiez

www.fr.ch/wna

November 2024

