



# Luchsmonitoring im Kanton Freiburg

—  
Winter 2017-2018



ETAT DE FRIBOURG  
STAAT FREIBURG

Service des forêts et de la faune SFF  
Amt für Wald, Wild und Fischerei WaldA

---

# Impressum

---

## **Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft ILFD**

November 2018

---

## **Herausgeber**

Amt für Wald, Wild und Fischerei **WaldA**

Rte du Mont Carmel 1

Postfach 155

1762 Givisiez

---

## **Mitarbeiter**

Elias Pesenti, Adrian Aebischer, José Genoud, Reto Hässig, Simon Jaffrédou, Pierre Jordan, Fabrice Maradan, Martin Mauron, Erich Peissard, Pascal Riedo, Patrick Romanens

---

## **Korrektorin**

Regina Monney

---

## **Titelbild**

José Genoud

---

## **Copyright**

Amt für Wald, Wild und Fischerei **WaldA**

---

## **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;
- Fridolin Zimmermann (KORA) für die wissenschaftlichen Ratschläge.

---

# Inhaltsübersicht

---

---

<b>1 Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<hr/>	
<b>2 Einführung</b>	<b>5</b>
Grossraubtiere	5
Fang-Wiederfang-Methode mit Fotofallen	5
Fotofallen-Monitoring	5
Ziel des Berichts	6
<hr/>	
<b>3 Material und Methoden</b>	<b>7</b>
Untersuchungsgebiet	7
Andere Arten	7
Fotofallen	8
Fang-Wiederfang	10
Nicht-räumliche Analysen	10
Räumliche Analysen	11
<hr/>	
<b>4 Resultate</b>	<b>12</b>
Fotofallen-Monitoring	12
Nicht-räumliche Analysen	15
Räumliche Analysen	16
Schätzungen der Dichten	16
Vergleich der Dichten	17
<hr/>	
<b>5 Diskussion</b>	<b>18</b>
Fotofallen-Monitoring	18
Schätzung der Abundanz	18
Schätzung der Dichte	19
Vergleich der Dichte	19
Regulierung der Luchspopulation	19
<hr/>	
<b>6 Literaturverzeichnis</b>	<b>20</b>

---

## ANHANG

---

<b>Anhang 1: Erfassung anderer Säugtiere</b>	<b>23</b>
Luchs ( <i>Lynx lynx</i> )	23
Dachs ( <i>Meles meles</i> )	24
Hirsch ( <i>Cervus elaphus</i> )	24
Gämse ( <i>Rupicapra rupicapra</i> )	25
Hauskatze ( <i>Felis silvestris catus</i> )	25
Wildkatze ( <i>Felis silvestris silvestris</i> )	26
Reh ( <i>Capreolus capreolus</i> )	26
Steinmarder ( <i>Martes foina</i> )	27
Feldhase ( <i>Lepus europaeus</i> )	27
Schneehase ( <i>Lepus timidus</i> )	28
Baummarder ( <i>Martes martes</i> )	28
Fuchs ( <i>Vulpes vulpes</i> )	29
Wildschwein ( <i>Sus scrofa</i> )	29

---

---

# 1. Zusammenfassung

---

## Zusammenfassung

Um die Situation des Eurasischen Luchses (*Lynx lynx*) im gesamten Freiburger Voralpengebiet besser zu kennen, wurde zum zweiten Mal innerhalb dieser Region ein Monitoring mithilfe der fotografischen Fang-Wiederfang-Methode durchgeführt. Dieses Monitoring wird nicht zum Luchsmanagement (Regulationsjagd) verwendet, sondern liefert wichtige Informationen zur Entwicklung, Verbreitung und räumlichen Nutzung des Luchsbestandes in der Region Freiburg. Insgesamt wurden an 31 Standorten (62 Fotofallen) während 60 Nächten Untersuchungen durchgeführt, d. h. vom 16. Februar 2018 bis am 17. April 2018 (Untersuchungsaufwand von 1860 Nächten). Die Fotofallen funktionierten in 1824 von 1860 theoretisch möglichen Fangnächten (97.64 %). Insgesamt wurden 188 Fotos von 18 verschiedenen Individuen (5 Männchen, 4 Weibchen und 9 Tiere unbekanntes Geschlechts) an 24 Standorten erfasst. Die Schätzung der Abundanz (95 % Konfidenzintervall) gemäss dem Modell  $M_h$  (nicht räumliche Analysen) ergab 19 (19 – 27) unabhängige Luchse, was einer Dichte von 2.92 (2.30 – 3.54) selbständigen Luchsen pro 100 km<sup>2</sup> resp. von 3.39 (2.78 – 4.00) pro 100 km<sup>2</sup> geeignetem Habitat entspricht. Die räumlichen Modelle nach dem Modell  $M_B$  haben Dichten (95 % Konfidenzintervall) von 1.83 (1.09 – 3.05) selbständigen Luchsen pro 100 km<sup>2</sup> und von 2.89 (1.68 – 5.27) pro 100 km<sup>2</sup> geeignetem Habitat ergeben. Die geschätzte Dichte, liegt in dieser Studie leicht über dem im gleichen Zeitraum berechneten Durchschnitt anderer Schweizer Regionen. Trotz des Aufwärtstrends unterscheiden sich die Schätzungen nicht signifikant von den in den Jahren 2015-2016 berechneten Werten.

## 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 deuxième fois au sein de cette région (premier monitoring 2015-2016). 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, 31 sites (62 pièges photographiques) ont été échantillonnés durant 60 nuits, soit du 16 février 2018 au 17 avril 2018 (effort d'échantillonnage de 1860 nuits). Les pièges photographiques ont fonctionné pendant 1824 des 1860 nuits potentielles (97.64 %). Au total, 188 photos de lynx correspondant à 18 individus (5 mâles, 4 femelles et 9 de sexe inconnu) ont été détectées sur 24 sites. L'estimation de l'abondance (intervalle de confiance de 95 %) sous le modèle  $M_h$  (analyses non spatiales) était de 19 (19 – 27) lynx indépendants, ce qui correspond à une densité de 2.92 (2.30 – 3.54) lynx indépendants pour 100 km<sup>2</sup> et de 3.39 (2.78 – 4.00) pour 100 km<sup>2</sup> d'habitat favorable. Les modèles spatiaux sous le modèle  $M_B$  ont estimé les densités (intervalle de confiance 95 %) à 1.83 (1.09 – 3.05) lynx indépendant pour 100 km<sup>2</sup> et à 2.89 (1.68 – 5.27) pour 100 km<sup>2</sup> d'habitat favorable. Les résultats des estimations de densité de cette étude se situent légèrement au-dessus de la moyenne des densités calculées dans d'autres régions de Suisse durant la même période. Malgré la tendance à la hausse, les estimations de ce monitoring ne diffèrent pas de manière significative de celles calculées en 2015-2016.

---

## 2. Einführung

---

### Grossraubtiere

Grossraubtiere spielen im weltweiten Ökosystem eine sehr wichtige Rolle (Ripple et al., 2014). In von Menschen besiedelten Gebieten führen die Präsenz und das Monitoring dieser Tiere oft zu Konflikten (Meriggi und Lovari, 1996; Polisar, 2000; Karanth und Maduhsudan, 2000; Eeden et al., 2018). Wie mehrere Studien belegen, ist ein Zusammenleben zwischen Grossraubtieren und Menschen durchaus möglich (Chapron et al., 2014; Athreya et al., 2013). Für ein angemessenes Management dieser Populationen, so wie auch aller anderen Wildtiere, ist ein Maximum an Informationen notwendig was die Bestandsgrösse, die Verbreitung der Individuen sowie deren Entwicklung im Laufe der Zeit angeht (Karanth et al., 1999). Bei einer genauen und standardisierten Erfassung dieser Informationen können die Daten für einen besseren Artenschutz verwendet werden und dazu dienen, Massnahmen besser zu definieren, um die Managementziele zu erreichen (OFEV, 2010). Für ein angepasstes Wildtiermanagement sind zahlreiche Faktoren zu berücksichtigen. Obwohl nicht der einzige, ist es doch im Wildtiermanagement ein wesentlicher Faktor, die Grösse und den Trend einer bestimmten Population zu kennen (Williams et al, 2002).

### Fang-Wiederfang-Methode mit Fotofallen

In der Vergangenheit hat es sich gezeigt, dass die Zählung einer gesamten Population (absoluter Wert) insbesondere für die Arten im Wald nicht möglich ist (Cederlund et al, 1998). Verschiedene Methoden ermöglichen die Abschätzung der Fangwahrscheinlichkeit sowie der Populationsgrösse, insbesondere bei Arten, die durch eine natürliche oder künstliche Markierung erkennbar sind. Eine dieser Methoden, die Fang-Wiederfang-Methode mit Fotofallen, kann deshalb beim Eurasischen Luchs (*Lynx lynx*) angewandt werden. Diese Methode gilt als nicht-invasiv (ohne Fang des Tiers) und bedarf keiner kontinuierlichen Präsenz im Gelände. Dadurch werden die Störungen der Wildtiere begrenzt (Henschel & Ray, 2003; Silveira et al, 2003). Eines der Hauptziele der fotografischen Fang-Wiederfang Methode ist das Fotografieren von möglichst vielen verschiedenen Individuen und eine möglichst grosse Anzahl Fotos der einzelnen Individuen (Karanth & Nichols, 2002).

### Fotofallen-Monitoring

Die Verwendung von Fotofallen für die Artenerfassung ist weltweit sehr verbreitet und wird für eine Vielzahl verschiedener Arten ohne offensichtliche natürliche Markierung verwendet, wie zum Beispiel für Waldelefanten *Loxodonta cyclotis* (Head et al, 2013), Schimpansen *Pan troglodytes* (Boyer-Ontl & Pruetz, 2014), den Brasilianischen Tapir *Tapirus terrestris* (Noss et al, 2013) sowie für mehrere Caniden: den Kojoten *Canis latrans* (Larrucea et al, 2007), den Fuchs *Vulpes vulpes* (Sarmiento et al, 2009) sowie den Wolf *Canis lupus* (Mattioli et al, 2018). Die Anwendung von Fotofallen zum Monitoring von Katzenarten ist auf der ganzen Welt üblich, zum Beispiel 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* (Jackson et al., 2006).

---

In mehreren Schweizer Regionen wird diese Methode seit einigen Jahren zur Überwachung des Luchsbestandes eingesetzt (p. ex. Laass, 2002; Ryser et al, 2005; Zimmermann et al, 2007). Im Kanton Freiburg wurde im Winter 2015-2016 die erste kantonale Überwachung in der Gesamtheit der Freiburger Voralpen mit der Fang-Wiederfang-Methode mit Fotofallen durchgeführt (Pesenti et al, 2017).

**Ziel des Berichts**

Die vorliegende Studie dient dank der besagten fotografischen Fang-Wiederfang Methode (räumliche und nicht-räumliche Analysen) zur Einschätzung der Luchs-Situation (Dichte, räumliche Verteilung usw.) in den Freiburger Voralpen. Darüber hinaus werden die Ergebnisse mit jenen des ersten Luchsmonitorings in der Gesamtheit der Freiburger Voralpen verglichen (Pesenti et al, 2017). Die Resultate dieses Berichts sind für die Diskussion einer allfälligen Regulierung nicht relevant, da sich das Untersuchungsgebiet von dem in den Bundesrichtlinien erwähnten Gebiet unterscheidet (Konzept Luchs, 2016). Ausserdem ist die Dichte nur eine unter vielen Voraussetzungen die für einen eventuellen Regulierungsabschluss beachtet werden müssen (Interkantonale Kommission, 2018).

---

## 3. Material und Methoden

---

### Untersuchungsgebiet

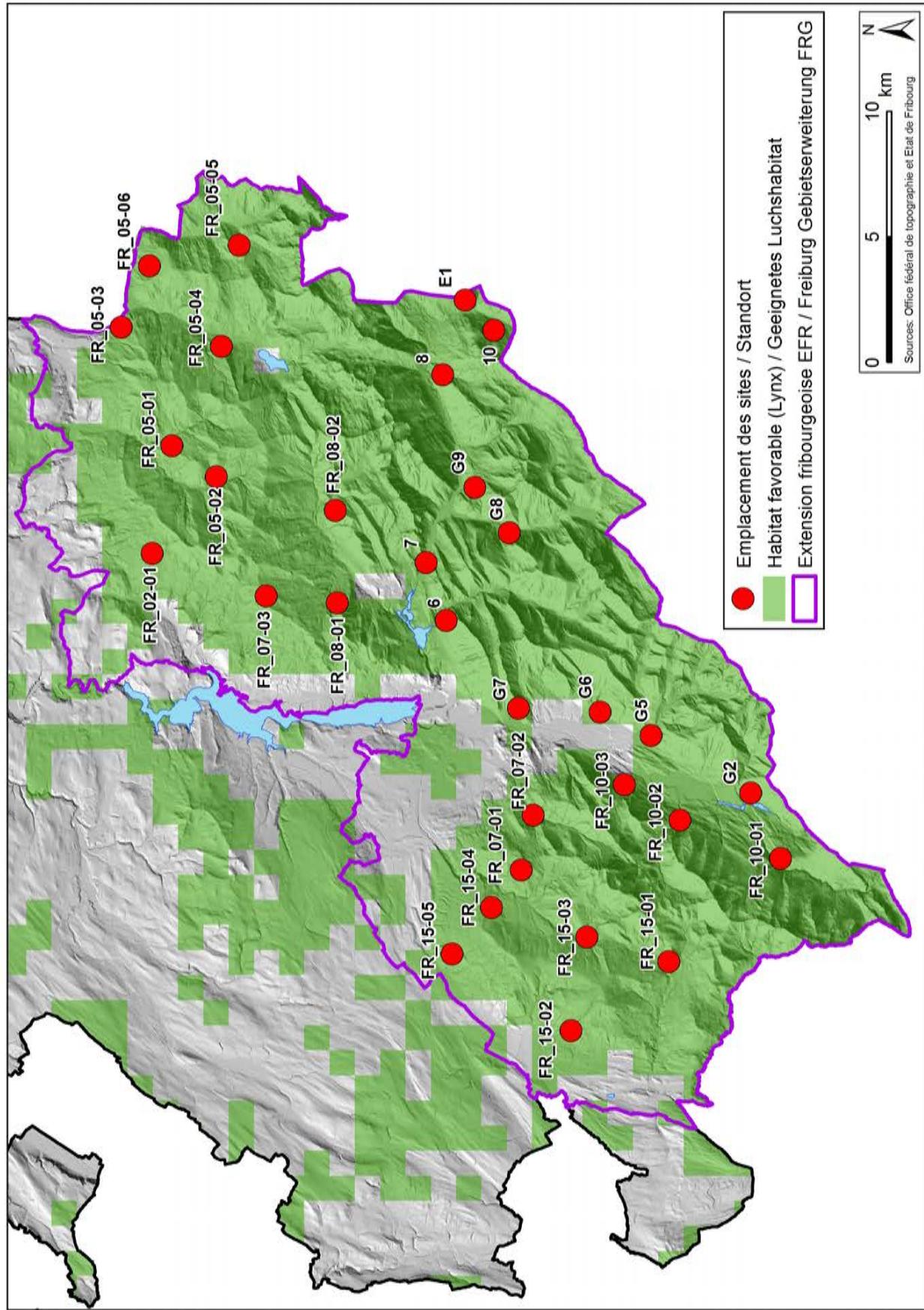
Die Freiburger Gebietserweiterung (FRG) ist eine Region von 616.2 km<sup>2</sup> Fläche und 175.34 km Umfang die die gesamten Freiburger Voralpen mit einbezieht (Abb. 1). 68.9 % der Fläche befinden sich im Greyerzbezirk, 14.6 % im Sensebezirk, 12.5 % im Vivisbachbezirk und nur 4 % im Saanebezirk. Die FRG wird im Süden und Südosten durch die Kantonsgrenzen der Kantone Bern und Waadt begrenzt und im Norden durch die biogeographischen Grenzen der Schweiz ("Voralpen"). Letztere stammt von einer statistischen Analyse kartografischer Bestandsaufnahmen der Schweizer Flora sowie faunistischer Daten des Schweizerischen Zentrums für die Kartografie der Fauna (SDEUSER.OFE3501S\_REG\_BIOGEO). Die FRG umfasst das *Trême-Tal*, das *Intyamontal*, das *Jauntal*, den *Bürgerwald*, den *Plasselschlund*, den *Seeschlund* und den *Muscherenschlund* (Abb. 1). Der tiefste Punkt des Untersuchungsgebiets befindet sich auf 599 m. ü. M. (*Saane, Treyvaux*) während der höchste Punkt auf 2389 m. ü. M. liegt (*Vanil Noir, Grandvillard*). Das Untersuchungsgebiet ist zu 38.2 % (235.4 km<sup>2</sup>) mit Wald bedeckt. Dieser besteht zu 56 % aus Fichten, 11 % Tannen, 0.4 % Lärchen, 0.3 % Kiefern, 0.2 % anderen Nadelhölzern, 13.7 % Buchen, 0.1 % Eichen, 4.8 % Ahornbäumen, 3.4 % Eschen et 6.9 % anderen Laubbäumen.

### Andere Arten

Innerhalb der FRG sind neben anderen kleinen bis mittelgrossen Fleischfressern (*Vulpes vulpes*, *Meles meles*, *Foينا foينا*, usw.), auch mehrere Huftiere vorhanden, wie z.B. der Hirsch (*Cervus elaphus*), das Reh (*Capreolus capreolus*), der Steinbock (*Capra ibex*), die Gämse (*Rupicapra rupicapra*) und das Wildschwein (*Sus scrofa*). Der Wolf (*Canis lupus*) besetzte während 10 Jahren einen Teil desselben Gebiets (2007-2017). Seit dem Auffinden des Kadavers der Wölfin F13 im Juni 2017 wurden keine Indizien mehr für ein anderes Individuum beobachtet.

### Fotofalle

Um die gleiche Methode zur Entnahme von Stichproben anzuwenden wie im letzten Monitoring (Pesenti et al, 2017) wurde die FRG in 2.7 km x 2.7 km grosse Zellen unterteilt, gemäss der von Laass im 1999 beschriebenen Methode. Im Wissen, dass Luchse es bevorzugen sich unterhalb der Baumgrenze zu bewegen (Breitenmoser-Würsten et al, 2001), wurden die Standorte in jedem zweiten Quadrat mit mindestens 1/3 der Fläche unter 1800 m. ü. M. gewählt. Insgesamt wurden 31 Standorte (zwei mehr als beim letzten Monitoring) während 60 Nächten, vom 16. Februar 2018 bis 17. April 2018, zur Entnahme von Stichproben ausgerüstet, was einem potenziellen Aufwand von 1860 Nächten entspricht. Die Beobachtungsphase wurde leicht verschoben um ein national intensives Monitoring (Zimmermann et al. 2018) im neuen Referenzgebiet Simme-Saane innerhalb der Unterabteilung IVa (Konzept Luchs, 2016) durchzuführen. Um die Fangwahrscheinlichkeit zu erhöhen, wurden die Fotofallen entlang von Forststrassen und Wanderwegen aufgestellt, welche von Luchsen oft benutzt werden (Erfahrungen und Beobachtungen der Wildhüter, Amt für Wald, Wild und Fischerei, WaldA). Die Standorte wurden dank der in den letzten zwei Jahren gesammelten Daten entsprechend angepasst. Im Wissen, dass die beiden Flanken eines Luchses nicht identisch sind, und um über ein Maximum an Information beim Erstellen des Fangkalenders zu verfügen, wurde jeder Standort mit zwei gegenüberliegenden Fotofallen beidseits des Weges bestückt (Zimmermann et al., 2004).



**Abbildung 1**  
 Karte der Umgrenzung des festgelegten Referenzgebiets (violett, 616,2km<sup>2</sup>), die räumliche Aufstellung der Standorte (rote Punkte) sowie die Fläche des geeigneten Habitats (grün) nach Zimmermann (2004).

---

Um eine gute Bildqualität zu erhalten (begrenzter Verzerrungs- und Verformungseffekts), wurden die Fotofallen in einer Höhe von mindestens 80 cm aufgestellt. Dadurch wurde die Luchsflanke gut sichtbar und das Tier für die Identifikation und Analysen verwendbar. Alle 7 bis 10 Tage wurden die Fotofallen kontrolliert, um die Akkus und die SD Karten zu wechseln, und, wenn nötig, defekte Apparate zu ersetzen. Alle Bilder wurden systematisch betrachtet und methodisch gespeichert. Nur Bilder mit Personen und Fahrzeugen wurden, zum Schutz der Privatsphäre, gelöscht. Für die 62 Fotofallen wurden zwei Kameraarten verwendet: 52 Digitalkameras des Typs Cuddeback C123 mit weissem Xenon-Blitz (Abb. 2) und 10 Cuddeback-Modell-Ambush-Digitalkameras, ebenfalls mit weissem Xenon-Blitz (Cuddeback, Green Bay, Wisconsin).



**Abbildung 2**

Beispiel einer Fotofalle (Cuddeback C123), die für das Luchsmonitoring verwendet wurde.

Um jedes Individuum einzeln identifizieren zu können, wurden die neuen Luchsbilder mit den bereits vorhandenen Bildern aus den Fotofallen (kantonale und KORA Datenbank) verglichen. Fotofallen ermöglichen nicht nur die Häufigkeit und Artendichte der Zielart, anhand von Modellen (räumlich und nicht räumlich) abzuschätzen, sondern auch Informationen über die räumliche Verteilung anderer Arten, insbesondere von Säugetieren zu erfassen.

---

Diese Informationen sind wichtig für eine gute Arterhaltung und ein gutes Artenmanagement. Dank dieser Überwachung wurde die Wildkatze (*Felis silvestris*) zum ersten Mal in den Freiburger Voralpen fotografiert. Man muss dazu jedoch beachten, dass die Untersuchungsmethode der Zielspezies angepasst wurde, im vorliegenden Fall an den Luchs, daher können die Resultate für die anderen Arten verzerrt sein.

#### Fang-Wiederfang

Für jedes Individuum wurde unter Angabe des Geschlechts (sichtbar auf dem Foto oder gemäss Informationen, die dank Beobachtungen vorangehender Jahre verfügbar waren), der Zeit der Erfassung und der Identität des Muttertiers eine Fanggeschichte zusammengetragen (Zimmermann et al., 2007). Aufgrund ihrer hohen Verschwinde- rate (Tod und Abwanderung) wurden diejenigen Jungluchse, welche altersgemäss noch bei der Mutter leben sollten, zwar individuell bestimmt, im Fangkalender jedoch als eine Erfassung des residenten Weibchens (der Mutter) gezählt. Die geschätzte Grösse des Bestands entspricht also derjenigen der Anzahl selbständiger Luchse (Luchse, die älter als ein Jahr sind). Die Fanggeschichte, welche im binären System dargestellt wird, kann gemäss Vereinbarung nur zwei Werte annehmen: 0 oder 1. Der Wert 0 zeigt an, dass in einer gegebenen Zeitspanne kein Tier erfasst wurde, während 1 die Erfassung eines Individuums angibt. Wenn ein Individuum während eines vorgegebenen Zeitraums mehrmals erfasst wurde, ist das Resultat trotzdem 1.

#### Nicht-räumliche Analysen

Wie bereits im letzten Monitoring (Pesenti et al., 2017) und anderen Luchs-Studien (z.B. Pesenti & Zimmermann, 2013) wurden die 60 Monitoringnächte in 12 Zeitabschnitte von je 5 aufeinanderfolgenden Tagen (Pentaden) aufgeteilt. Die daraus entstandene Matrix fasst die Fanggeschichte aller während des Monitorings gefangenen Individuen in einem numerischen System zusammen. Diese Matrix wurde für das Modul CAPTURE des Programms MARK (White und Burnham, 1999) verwendet, welches dazu dient, die Bestände geschlossener Populationen zu schätzen. Um zu testen, ob es sich um eine geschlossene Population handelt, wurde das Programm CloseTest 3.0 (Stanley und Burnham, 1999) verwendet. Das Modul CAPTURE wählt aus 8 möglichen Modellen das geeignetste, unter anderem sind dies  $M_0$  (die Fangwahrscheinlichkeit ist für jedes Individuum gleich gross und wird durch eine Verhaltensänderung nicht beeinflusst; sie bleibt im Lauf der Zeit gleich) und  $M_h$  (die Fangwahrscheinlichkeit variiert zwischen den Individuen, verändert sich aber im Lauf der Zeit nicht). Im Allgemeinen ist das Modell  $M_0$  das geeignetste, gefolgt vom Modell  $M_h$  (Zimmermann et al., 2007). Dagegen wird meistens das Modell  $M_h$  verwendet, da von einem biologischen Standpunkt aus gesehen Weibchen und Männchen nicht dieselbe Fangwahrscheinlichkeit aufweisen (Pesenti und Zimmermann, 2013). Ausserdem ist es das robustere Modell, wenn die Annahmen unter  $M_0$  nicht erfüllt sind. Um die Resultate der verschiedenen Untersuchungsgebiete vergleichen zu können und um Massnahmen bezüglich des Managements der Luchspopulationen treffen zu können, ist es wichtig, die geschätzte Abundanz in Dichte umzurechnen. Diese ergibt sich aus dem Verhältnis der geschätzten Abundanz (N) zur Fläche des Untersuchungsgebiets ( $\hat{A}$ ). Auch eine Umrechnung der Dichte auf das geeignete Habitat des Luchses wurde durchgeführt (Zimmermann et al., 2004).

$$D = N/\hat{A}$$

---

## Räumliche Analysen

Im vorliegenden Bericht wurden die räumlichen Analysen mit Schätzwerten, die auf Wahrscheinlichkeitsfunktionen des “package secr” (Spatially explicit capture-recapture model, Efford 2016) der Statistiksoftware R (R 3.5.1, Core Team 2018). Im Gegensatz zur nicht räumlichen Fang-Wiederfang Modelle, schätzen die räumlichen Fang-Wiederfang Modelle die Dichte aufgrund der Fanggeschichte 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. Dazu wurden unterschiedlich breite Pufferzonen zum untersuchten Gebiet hinzugefügt, um zu bestimmen, ab welcher Breite sich die Dichteschätzung stabilisiert (vgl. Pesenti und Zimmermann, 2013). Einer der Vorteile dieser Methode besteht darin, dass keine willkürliche Begrenzung des Untersuchungsgebiets notwendig ist, wie dies bei den nicht-räumlichen Fang-Wiederfang Modellen der Fall ist. Des Weiteren sind die räumlichen Fang-Wiederfang Modelle robuster was Randeffekte anbelangt (Streifgebiete, die nur teilweise mit dem mittels Fotofallen-Monitoring untersuchten Gebiet überlappen). Drei Informationsquellen sind nötig (Efford, 2008; Royle et al., 2009):

- Fanggeschichte von jedem Individuum (Identität, Ort und Gelegenheit, an welchen das Individuum erfasst wurde);
- Aufstellung der Standorte (Lage der Fotofallen inklusive Information über ihre Funktionstüchtigkeit);
- Aktivitätszentren der Luchse (1000 x 1000 m-Raster der potenziellen Aktivitätszentren, die sich in für den Luchs geeignetem Habitat befinden; weisen den Wert 1 auf, wenn sich das potenzielle Aktivitätszentrum in geeignetem Habitat befindet, und den Wert 0, wenn das Gegenteil der Fall ist).

Wie alle explizit räumlichen Fang-Wiederfang Modelle gleicht “secr” eine Entdeckungsfunktion an; diese bringt die Entdeckungswahrscheinlichkeit eines Individuums oder die aufgrund der Distanz des Sensors, in unserem Fall des mit Kameras bestückten Standorts, erwartete Anzahl Entdeckungen mit dem Punkt in Verbindung, der als Aktivitätszentrum oder Streifgebiet erachtet wird. In unserem Fall haben wir die Default-Funktion gewählt, welche die Halb-Normalfunktion verwendet. Mit dem “secr package” kann eine ganze Reihe vorgegebener Modelle angepasst werden: solche, die nicht-räumlichen Fang-Wiederfang Modellen (siehe nicht-räumliche Analysen) entsprechen, aber auch komplexere Modelle, mit welchen zum Beispiel der Einfluss des Geschlechts auf die Entdeckungsparameter ( $g_0$  et  $\sigma$ ) untersucht werden kann. Im vorliegenden Fall wählten wir das geeignetste Modell unter Verwendung des in Zimmermann und Foresti (2016) beschriebenen Ansatzes. Gemäss der Empfehlung von Royle et al. (2014), wurden die Modelle mithilfe des  $\Delta AIC$  verglichen. Nur diejenigen Modelle mit einem  $\Delta AIC < 2$  wurden behalten (Burnham und Anderson, 2002).

## 4. Resultate

### Fotofallen-Monitoring

Insgesamt wurden 62 Fotofallen an 31 Standorten, während 60 Nächten aufgestellt, dies entspricht 1860 Nächten für potenziell mögliche Stichprobenentnahmen. Wegen anfänglicher technischer Probleme bei einigen Fotofallen konnten die Stichproben während 1824 also 98.06 % des Totals der möglichen Fangnächte (Abb. 3) entnommen werden. Dieser im Vergleich zum letzten Monitoring leicht höherer Prozentsatz (97.64 %) befindet sich im oberen Durchschnitt der in anderen Studien beobachteten Werte (84.2 % in der Studie im Jura, Zimmermann et al., 2007; 99.7 % in der Luchsstudie die im Nord-Osten der Schweiz durchgeführt wurde, Zimmermann et al., 2016). Im Gegensatz zum letzten Monitoring wurde kein Diebstahl oder Beschädigung mehr festgestellt.

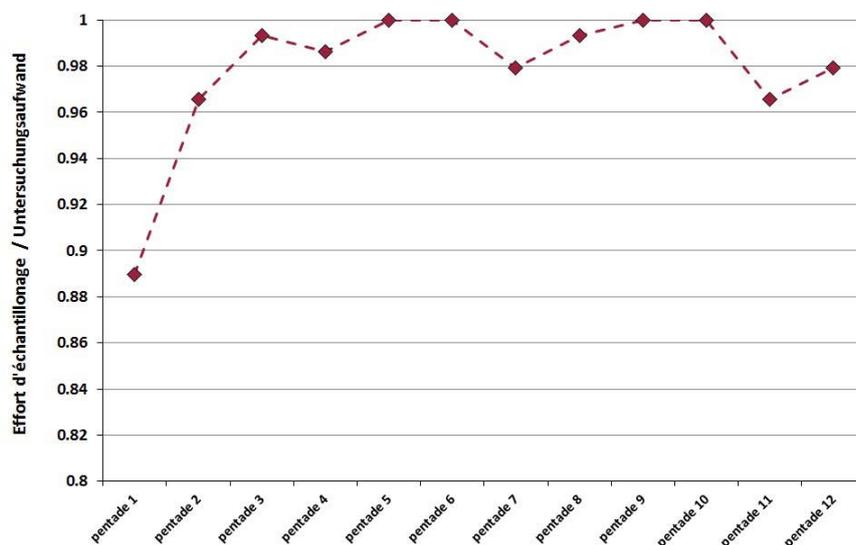
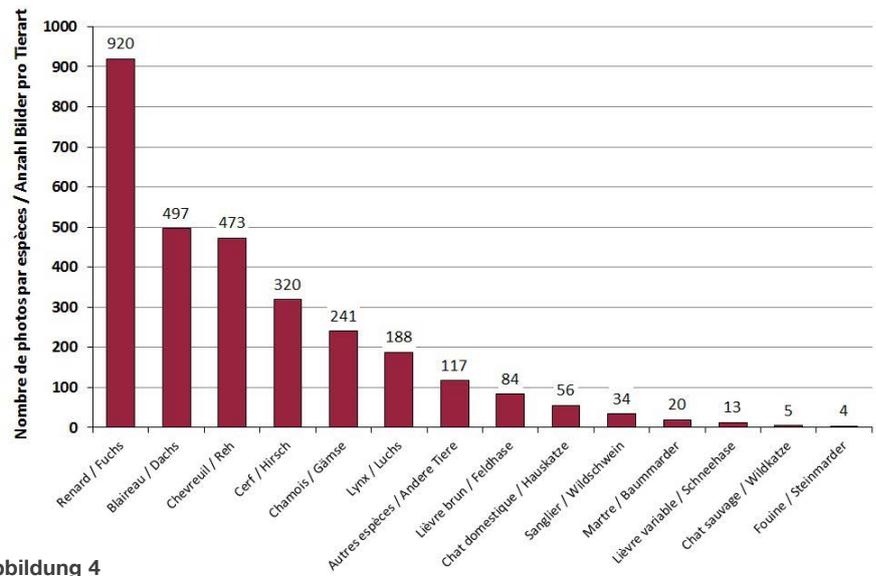


Abbildung 3

Kurve, die den Untersuchungsaufwand pro Pentade (in Prozent) darstellt. Wegen technischer Probleme befindet sich die erste Pentade unter 90% Untersuchungsaufwand. Die Resultate haben sich bei den folgenden 11 Pentaden verbessert.

Unter Berücksichtigung aller Aufnahmen der 62 Fotofallen wurden total 2972 Fotos von Wildtieren aufgenommen (Abb. 4). Die räumliche Verteilung der verschiedenen Arten ist ungleichmässig (Anhang 1). Die am meisten fotografierte Spezie ist der Fuchs (30.96 %,  $N=920$ ), gefolgt vom Dachs (16.72 %,  $N=497$ ), dem Reh (15.92 %,  $N=473$ ), dem Hirsch (10.77 %,  $N=320$ ), der Gämse (8.11 %,  $N=241$ ), dem Feldhasen (2.83 %,  $N=84$ ), der Hauskatze (1.88 %,  $N=56$ ), dem Wildschwein (1.14 %,  $N=34$ ), dem Marder (0.67 %,  $N=20$ ), dem Schneehasen (0.44 %,  $N=13$ ), der Wildkatze (0.17 %,  $N=5$ ) und dem Wiesel (0.14 %,  $N=4$ ). Insgesamt sind 3.94 % aller Fotos ( $N=117$ ) Bilder von anderen Spezien, wie zum Beispiel: das Eichhörnchen, die Amsel, das Steinhuhn, der Tannenhäher, der Auerhahn, der Waldkautz usw. Vom Luchs gibt es total 188 Aufnahmen (6.3 %) von insgesamt 18 Luchsen (5 Männchen, 4 Weibchen und 9 Individuen unbekanntem Geschlechts), siehe Tabelle 1, Abbildung 5.

Der Luchs wurde während des Monitorings in 24 der 31 Standorte erfasst, dies entspricht 77.42 % der gesamten Standorte entspricht, doppelt so viele wie im letzten kantonalen Luchsmonitoring (37.93 % der Standorte).



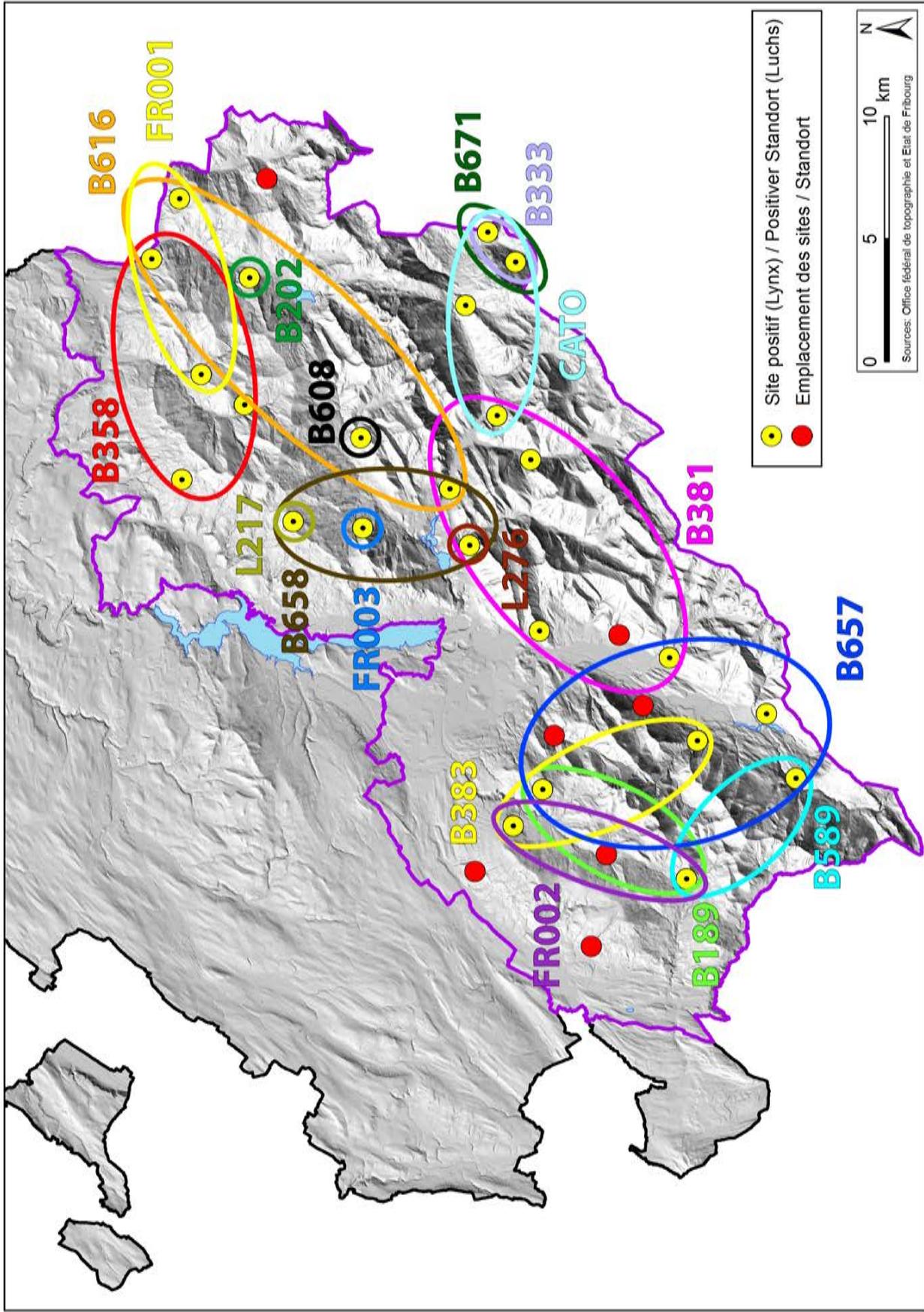
**Abbildung 4**

Anzahl Fotos pro Art (alle Standorte eingerechnet) innerhalb der FRG, während des Untersuchungszeitraums.

**Tabelle 1**

Zusammenfassende Tabelle der beim Monitoring erfassten Individuen sowie deren Geschlecht (falls bekannt) und die Anzahl der Erfassungen.

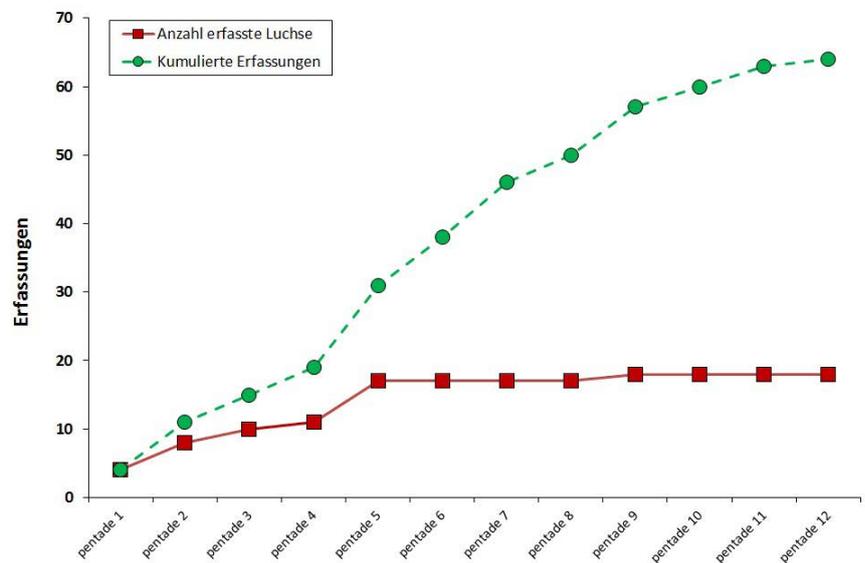
Luchs	Geschlecht	Anzahl der Erfassungen
B189	w	5
B202	w	1
B333	m	5
B358	m	8
B381	m	18
B383	?	12
B589	?	3
B608	w	1
B616	?	6
B657	?	5
B658	m	8
B671	w	2
CATO	m	9
L217	?	1
L276	?	1
FR001	?	4
FR002	?	4
FR003	?	2



**Abbildung 5**  
 Zusammenfassende Karte der räumlichen Verteilung der Erfassungen jedes Individuums in der FRG. Von 31 Standorten (mit je zwei Fotofallen bestückt) wurde an 24 Standorten die Anwesenheit des Luchses festgestellt. Jede farbige Ellipse fasst den oder die Standorte desselben fotografierten Individuums zusammen.

## Nicht-räumliche Analysen

Die Anzahl kumulierter Erfassungen (wird ein Individuum während derselben Pentade mehrmals fotografiert zählt dies wie eine einzige Erfassung) steigt fast linear mit der Anzahl Pentaden (12 Perioden mit je 5 aufeinanderfolgenden Tagen, Abb. 6). Nach der ersten Pentade wurden 4 Individuen erfasst, diese Zahl verdoppelte sich während der zweiten Pentade bis zu einer Stabilisierung bei 17 Individuen zwischen der 5. und 8. Pentade. In der 9. Pentade wurde ein weiterer Luchs erfasst. So erhöht sich die Anzahl der Luchse auf 18 Individuen während der 2 Stichprobenmonate (12 Pentaden).



**Abbildung 6**

Anzahl unabhängiger Luchse, die während der Untersuchungsperiode erfasst wurden (rot) sowie die kumulierte Anzahl Erfassungen (grün).

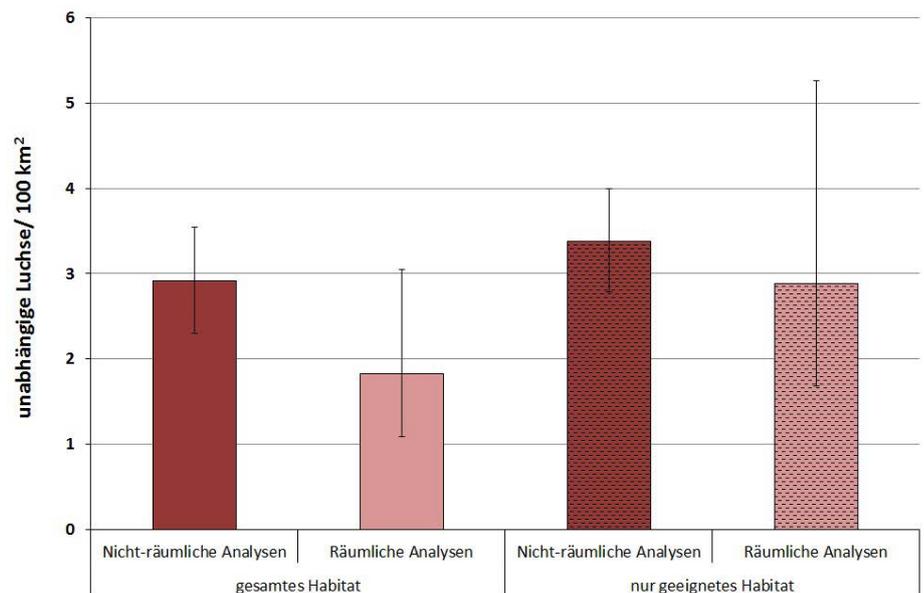
Aus statistischer Sicht konnte das Programm CloseTest beweisen, dass es sich bei der untersuchten Population um eine geschlossene Population handelt ( $X^2 = 4.02$ ,  $p = 0.92$ ). Die geschätzte Abundanz (95 % Konfidenzintervall) unter dem Modell  $M_h$  betrug 19 (19 - 27) unabhängige Luchse. Der Anteil fotografiert Individuen betrug also 94.7 % (18 von 19). Die geschätzte Dichte (95 % Konfidenzintervall) in der FRG liegt bei 2.92 (2.30 - 3.54) unabhängigen Luchsen pro 100 km<sup>2</sup>. Wenn nur das für Luchse geeignete Habitat in Betracht gezogen wird, so beträgt die geschätzte Dichte (95 % Konfidenzintervall) in der FRG 3.39 (2.78 - 4.00) Luchse pro 100 km<sup>2</sup> geeignetem Habitat.

## Räumliche Analysen

Wie bereits im letzten Monitoring (unter Modell  $M_0$ ) getestet (Pesenti et al. 2017), wurde also eine 13 km breite Pufferzone zum Untersuchungsgebiet hinzugefügt, um das Gebiet der potenziellen Aktivitätszentren einzugrenzen. Diese Pufferzone ermöglicht eine Stabilisierung bei der Berechnung der Dichteschätzung. Je kleiner eine Fläche ist, umso höher sind die Unterschiede der Dichteschätzungsergebnisse. Diese gleiche Distanz wurde auch bei der Studie, von Zimmermann und Foresti (2016) betreffend die Schätzung der Luchsdichte im Referenzgebiet der Nordwestalpen (Schweiz) angewendet. Wie im letzten Monitoring erklärt (Pesenti et al. 2017) gemäss  $\Delta AIC$ , erklärt das Modell  $M_B$  mit einer Dichte (95 % Konfidenzintervall) von 1.83 (1.09 – 3.05) unabhängigen Luchsen pro 100 km<sup>2</sup> oder 2.89 (1.68 – 5.27) Luchsen pro 100 km<sup>2</sup> geeignetes Habitat unseren Datensatz am besten.

## Schätzungen der Dichten

Insgesamt wurden vier Dichte-Schätzungen berechnet, basierend auf Modellen (räumlich oder nicht-räumlich) und unter Berücksichtigung des Habitats (gesamtes Habitat oder nur geeignetes Habitat).

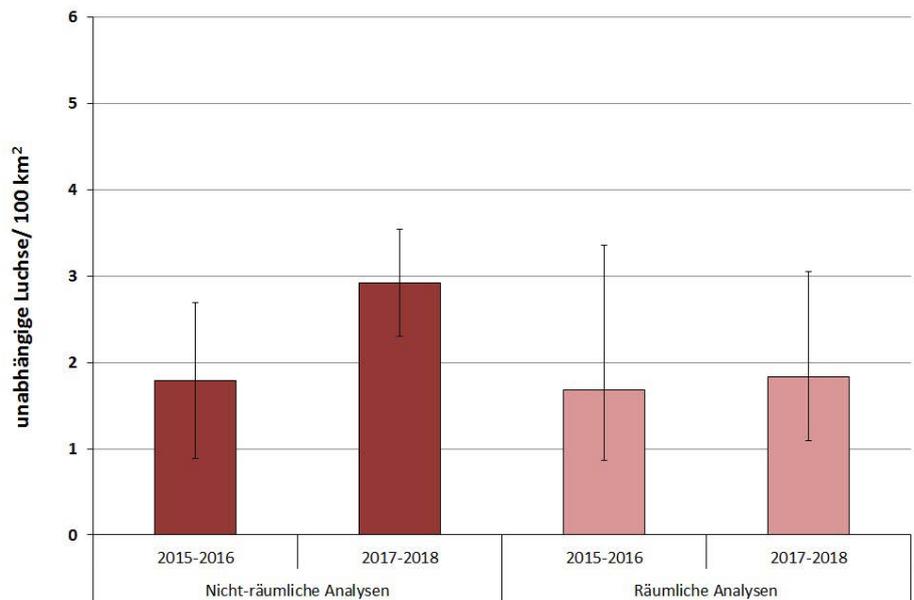


**Abbildung 7**

Vergleich zwischen den Schätzungen der Luchsdichte basierend auf Modellen (räumlich oder nicht-räumlich) und unter Berücksichtigung des Habitats (gesamtes Habitat oder nur geeignetes Habitat).

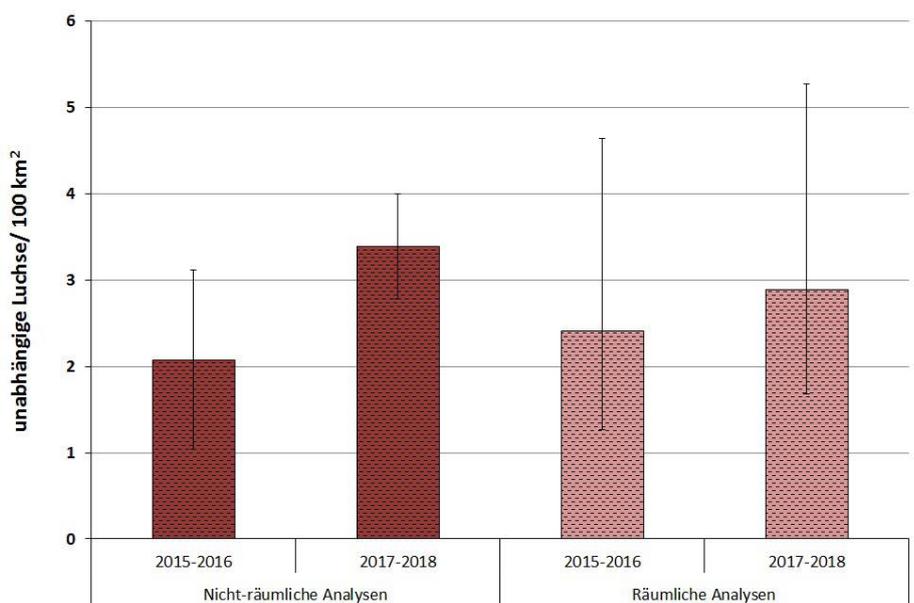
## Vergleich der Dichten

Vergleicht man die Ergebnisse des letzten Monitorings vom Winter 2015-2016 (Pesenti et al, 2017) mit den Ergebnissen dieses Monitorings kann festgestellt werden, dass sich auf statistischer Ebene keine signifikanten Unterschiede zu den im 2018 berechneten Dichten ergeben, dies trotz eines Aufwärtstrends in allen vier Schätzungen (Abb. 8 und Abb. 9).



**Abbildung 8**

Vergleich der Schätzungen der Luchsdichte (2015-2016 und 2017-2018) basierend auf den Modellen (nicht-räumlich oder räumlich) unter Berücksichtigung des gesamten Habitats.



**Abbildung 9**

Vergleich der Schätzungen der Luchsdichte (2015-2016 und 2017-2018) basierend auf den Modellen (nicht-räumlich oder räumlich) nur unter Berücksichtigung des geeigneten Habitats.

---

## 5. Diskussion

---

### Fotofallen-Monitoring

Seit der Rückkehr des Luchses in dieses Gebirge wurde nun zum zweiten Mal ein Monitoring innerhalb der gesamten biogeografischen Region der Freiburger Voralpen durchgeführt. Dank der Informationstafeln die an jedem Untersuchungsstandort aufgestellt wurden und die über die Ziele dieser Studie informieren, gab es keinen Diebstahl. Wegen mehrerer technischer Probleme, vor allem zu Beginn des Monitorings wurden die effektiven Monitoringnächte von 1860 potenziellen Nächten auf 1824 Nächte, oder 98.06 % der Gesamtzahl reduziert. Dieses Resultat liegt an der oberen Grenze gegenüber denjenigen aus anderen Studien mit Fotofallen und ermöglicht noch zuverlässigere Analysen. Dank den im letzten Monitoring gesammelten Erfahrungen sowie den Beobachtungen der Wildhüter während der letzten zwei Jahre hat sich die Anzahl der positiven Standorte praktisch verdoppelt, von 37.93 % im 2015-2016 auf 77.42 % im 2017-2018. Dieses Resultat zeigt, dass die Standorte, nach mehreren Anpassungen im Anschluss an das erste Monitoring und die Beobachtungen der Wildhüter, in den letzten zwei Jahren, zweckmässig waren.

### Schätzung der Abundanz

Mit den nicht-räumlichen Modellen wurden insgesamt 19 unabhängige Luchse im Untersuchungsgebiet geschätzt. Demzufolge wurden 94.7 % der Individuen während den 60 Monitoring-Nächten erfasst. Dieses Ergebnis widerspiegelt nicht die Anzahl Luchse im Kanton sondern eher die Anzahl der Individuen die während der Untersuchungsperiode einen Teil oder die Gesamtheit ihres Territoriums im FRG hatten. Tatsächlich haben mehrere der im Kanton Freiburg (FRG) erfassten Luchse einen Teil ihres Territoriums (Streifgebiet) ausserhalb des Kantons, wie zum Beispiel *B333* (BE und FR); *B657* (VD und FR) oder *CATO* (BE, VD und FR). Es ist daher auch wahrscheinlich, dass andere Individuen des Kantons Freiburg einen Teil ihres Territoriums in den beiden Nachbarkantonen haben und während des intensiven nationalen Monitorings nicht erfasst wurden. Ein zentraler Punkt, um keine falschen Rückschlüsse zu ziehen. Es ist deshalb wichtig darauf hinzuweisen, dass die maximale Entfernung die von einem Luchs zurückgelegt wurde (Luftlinie), dank der Standorte der Fotofallen während des Monitorings auf 16.13 km ermittelt werden konnte (die durchschnittliche Distanz betrug 7.78 km). Diese Entfernungen zeigen, dass die räumliche Nutzung der Individuen die Kantongrenzen überschreitet. Das ganze Jahr über sammelt das Amt für Wald, Wild und Fischerei (WaldA) Daten von Hinweisen auf die Anwesenheit des Luchses im Kanton Freiburg (extensives Monitoring). Bei diesen Daten handelt es sich um gelegentliche Beobachtungen vor allem der Wildhüter, aber auch von Spaziergängern, Jägern und Naturfreunden. Mehrere Arten von Beobachtungen sind möglich: Fotos, Videoaufnahmen, direkte Beobachtungen, Spuren, Beutetiere, usw. All diese Beobachtungen werden in einer Datenbank erfasst, um ein Maximum an Informationen zur räumlichen Verbreitung des Luchses im Kanton Freiburg während des ganzen Jahres zu erhalten. Leider sind nach einer politischen Entscheidung auf Bundesebene die Luchsidentifizierungen in einem gegebenen Teil-Kompartiment (ausserhalb des Referenzgebietes und ausserhalb der intensiven Überwachungen) in der Zuständigkeit des Kantons. Aus diesem Grund haben mehrere während des Monitorings, nur auf Freiburger Gebiet erfassten Individuen, einen Freiburger Namen (*FR001*, *FR002* et *FR003*). Diese (nur temporäre) Massnahme ermöglicht es leider nicht zusätzliche Informationen zu den Individuen zu haben (z.B. Datum der ersten Beobachtung, Identifizierung in anderen Kantonen usw.).

---

Sie kann deshalb zu Fehlinterpretationen führen. Es ist durchaus möglich, dass derselbe Luchs zwei Namen in zwei verschiedenen Kantonen hat.

#### **Schätzung der Dichte**

Zwischen den vier Luchsdichten (2017-2018) die mit verschiedenen Verfahren geschätzt wurden (siehe Material und Methodenteil) gibt es keine signifikanten Unterschiede. Allerdings haben die auf räumlichen Fang-Wiederfangmodellen basierenden Schätzungen einen grösseren Konfidenzintervall: 1.83 (1.09 – 3.05) unabhängige Luchse auf 100 km<sup>2</sup> geeignetes Habitat. Dieser erhöhte Grad an Ungenauigkeit liegt vielleicht daran, dass die Fläche des Referenzgebiets zu klein ist, um die Bewegungen der Luchse genau und zuverlässig zu messen. Randeffekte, die eine Fluktuation der Populationen verursachen können, sind in kleinen Untersuchungsgebieten ausgeprägter. Die Fläche der FRG befindet sich am unteren Limit der festgelegten Referenzflächen, die in der Schweiz untersucht wurden (F. Zimmermann, pers. Mitteilung). Wenn man die Dichteschätzung (Konfidenzintervall 95 %) in der FRG mit den Monitoring-Resultaten anderer Schweizer Referenzgebiete, die im selben Winter untersucht wurden vergleicht, wird klar, dass mit 3.39 (2.78 – 4.00) unabhängigen Luchsen pro 100 km<sup>2</sup> geeignetem Habitat das Resultat über dem Durchschnitt liegt: 3.48 (2.16 – 4.80) für das Referenzgebiet des Süd Juras, 3.40 (2.86 – 3.94) für das Referenzgebiet Simme-Saane und das Gebiet nördlich der Rhone, 3.16 (2.54 – 3.78) für das Referenzgebiet Simme-Saane IVa und 2.53 (1.94 – 3.13) für das Referenzgebiet Nord-Ost der Schweiz II (Zimmermann et al, 2018).

#### **Vergleich der Dichte**

Die im 2017-2018 nach den gleichen Methoden wie 2015-2016 berechneten Schätzungen unterscheiden sich nicht wesentlich vom ersten Monitoring. Dank der Verwendung des Konfidenzintervalls (IC – 95 %) ist es in den Grafiken direkt ersichtlich, ob eine signifikante Differenz besteht oder nicht. Ein Aufwärtstrend kann hingegen in den vier Schätzungen (nicht-räumliche Analysen – gesamtes Habitat; räumliche Analysen – gesamtes Habitat) verzeichnet werden. Dank der höheren Rate an Erfassungen während desselben Monitorings (im Vergleich zu 2015-2016) sind die Konfidenzintervalle kleiner.

#### **Regulierung der Luchspopulation**

Wie in Kapitel 4.6 des Konzept Luchs Schweiz (2016) erwähnt, müssen zur Bewilligung einer allfälligen Luchsregulation verschiedene Bedingungen erfüllt sein. Gemäss den eidgenössischen Weisungen sind, falls alle Bedingungen erfüllt sind, drei Szenarien möglich. Diese Szenarien werden nicht in den FRG angewandt sondern nur in den Teil-Kompartimenten, beschrieben im Anhang 2 des Konzept Luchs Schweiz (2016). Die Thematik einer eventuellen Regulierung des Luchsbestandes im Teil-Kompartiment IVa wurde in einem Bericht der interkantonalen Kommission IKK (interkantonale Kommission IV, 2018) behandelt. Die interkantonale Kommission empfiehlt in Bezug auf die durchgeführten Analysen und unter Berücksichtigung der geltenden gesetzlichen Bestimmungen, keine Abschussbewilligung zu gewähren. Die Voraussetzungen für eine Regulierung im Teil-Kompartiment IVa sind nicht erfüllt.

---

## 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.
- Boyer-Ontl, K.M. & Pruetz, J.D. (2014). Giving the forest eyes: the benefits of using camera traps to study inhabited chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) in southeastern Senegal. *International Journal of Primatology*, 35, 881–94 .
- 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., Boisubert, 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.
- Commission intercantonale IV. Pesenti, E., Schaller, D., Heeb, C., Blatter, N., Najla, N., Zimmermann, U., Zimmermann, F., Pewsner, M. & Schnidrig, R. (2018). Régulation des populations de lynx. *Commission intercantonale*, 38 pp.
- 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/>
- 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.
- 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.
- 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.

- 
- Noss, A.J., Cuéllar, R.L., Barrientos, J., Maffei, L., Cuéllar, E. & Arispe, R. (2003). A camera trapping and radio telemetry study of lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in Bolivian dry forests. *Tapir Conservation - Newsletter of the IUCN/SSC Tapir Specialist Group*, 12, 24–32.
- Head, J.S., Boesch, C., Robbins, M.M., Rabanal, L.I., Makaga, L., Kühl, 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.
- Jackson, R.M., Roe, J.D., Wangchuk, R. & Hunter, D.O. (2006) Estimating snow leopard population abundance using photography and capture-recapture techniques. *Wildlife Society Bulletin*, 34, 772-781.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 (2018) *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

- 
- 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.
- Sarmento, P., Cruz, J., Eira, C. & Fonseca, C. (2009). Evaluation of camera trapping for estimating 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.
- 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.
- 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., Molinari-Jobin, A., Capt, S., Ryser, A., Angst, Ch., von Wattenwyl, K., Burri, A., Breitenmoser-Würsten, Ch. & Breitenmoser, U. (2004) Monitoring Luchs Schweiz 2003. KORA Bericht, 26d, 1-40.
- Zimmermann F., Fattebert J., Breitenmoser-Würsten Ch. & Breitenmoser U. (2007) Abundance et densité du lynx: estimation par capture-recapture photographique dans le Nord du Jura suisse. KORA Bericht Nr. 37 f, 24 pp.
- Zimmermann F., Kunz F., Rhein K., Shepherd M., Tschanz P., Breitenmoser-Würsten C. & Breitenmoser U. (2016) Abundanz und Dichte des Luchses in den Nordwestalpen: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im K-VI im Winter 2015/16. KORA Bericht 74, 15 pp.
- Zimmermann F., & Foresti, D. (2016) Capture-recapture methods for density estimation. *Camera Trapping for Wildlife Research* (eds F. Rovero & F. Zimmermann), pp. 95-133. Pelagic Publishing, UK.
- Zimmermann, F., Zoss, R., Ryser, J., Breitenmoser-Würsten, Ch. & Kunz, F. (2018). Abundance et densité du lynx dans l'Ouest des Alpes (C-IV) : estimation par capture-recapture photographique dans l'aire de référence Simme-Saane (IVa) et partie du Nord du Rhône (IVc) durant l'hiver 2017/18. KORA Bericht, 25 pp.

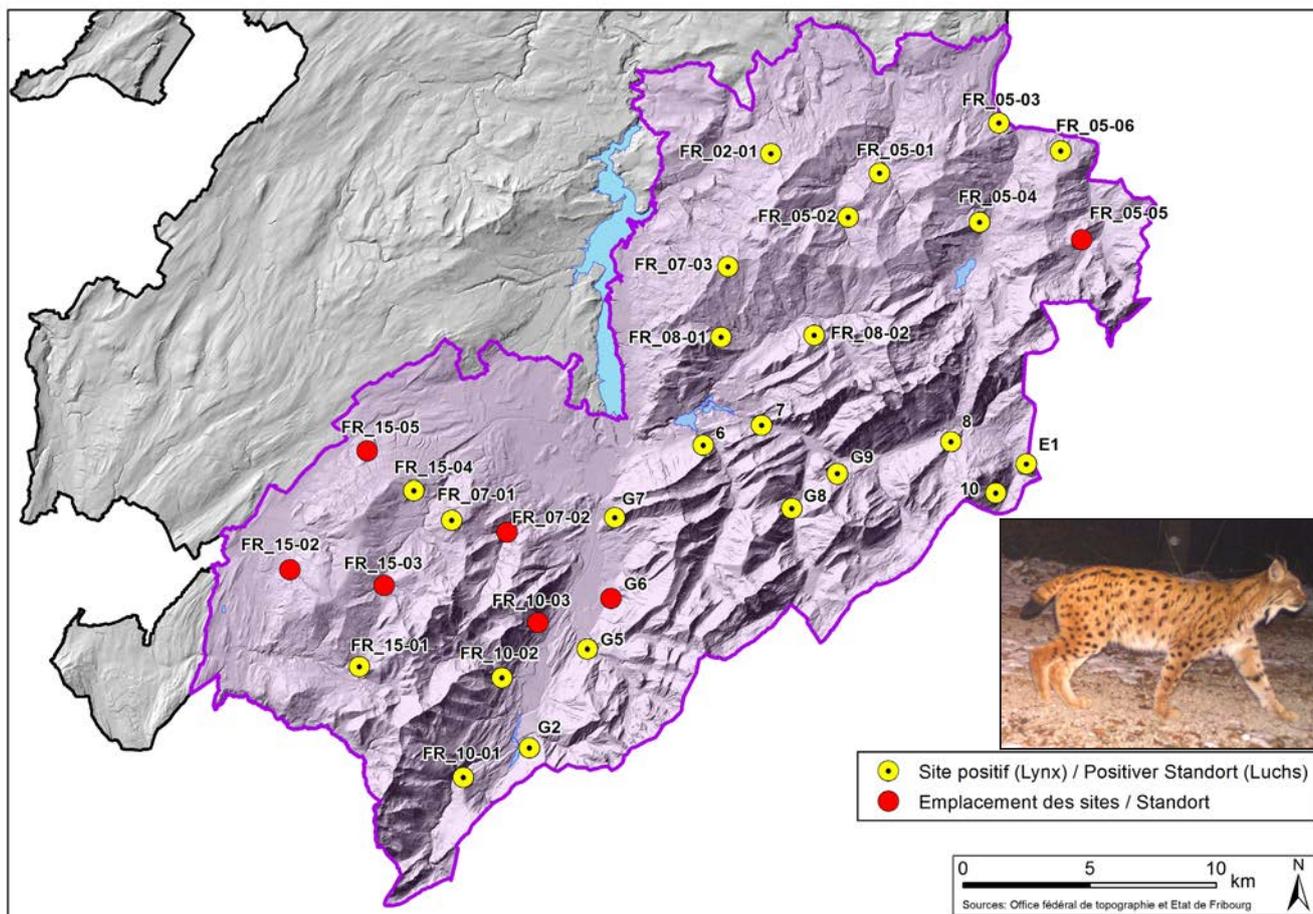
# Anhang 1. Erfassung anderer Säugtiere

Mit dem Fotofallen-Monitoring für das Luchsmonitoring kann mithilfe von Modellen (räumlichen und nicht-räumlichen) die Abundanz und Dichte nicht nur der Zielart geschätzt werden, sondern es können auch Informationen zur räumlichen Verbreitung anderer Arten, insbesondere Säugetieren, gesammelt werden. Diese Informationen sind wichtig für eine gute Arterhaltung und ein gutes Artenmanagement. Man muss dabei jedoch bedenken, dass die Untersuchungsmethode an die Zielart angepasst wurde, im vorliegend Fall an den Luchs, und daher können die Resultate für die anderen Arten verzerrt sein.

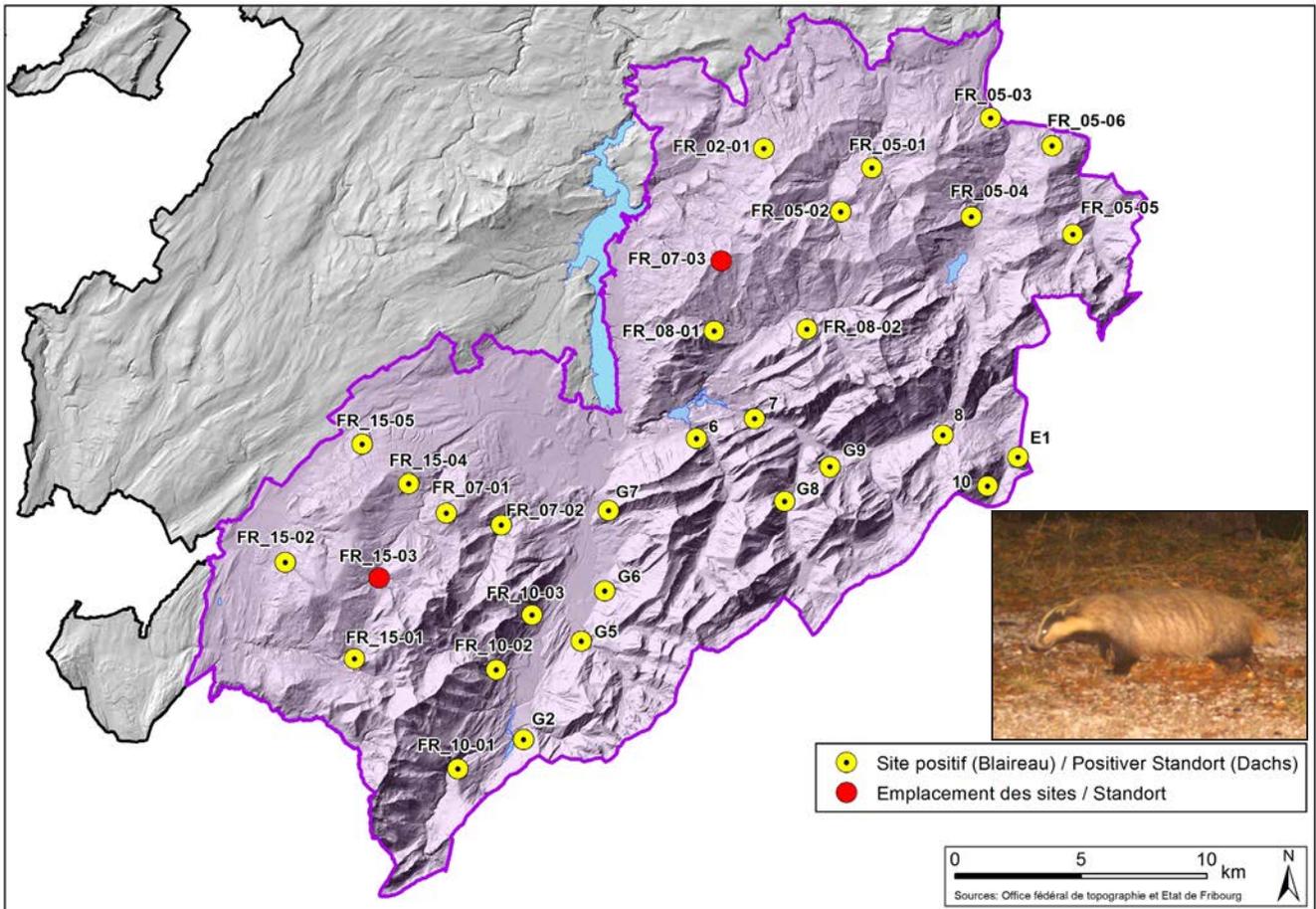
Räumliche Verbreitungskarten wurden für die 13 unten aufgeführten Säugtiere erstellt:

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 1. Luchs ( <i>Lynx lynx</i> )                  | 6. Wildkatze ( <i>Felis silvestris silvestris</i> ) | 11. Baummarder ( <i>Martes martes</i> ) |
| 2. Dachs ( <i>Meles meles</i> )                | 7. Reh ( <i>Capreolus capreolus</i> )               | 12. Fuchs ( <i>Vulpes vulpes</i> )      |
| 3. Hirsch ( <i>Cervus elaphus</i> )            | 8. Steinmarder ( <i>Martes foina</i> )              | 13. Wildschwein ( <i>Sus scrofa</i> )   |
| 4. Gämse ( <i>Rupicapra rupicapra</i> )        | 9. Feldhase ( <i>Lepus europaeus</i> )              |   |
| 5. Hauskatze ( <i>Felis silvestris catus</i> ) | 10. Schneehase ( <i>Lepus timidus</i> )             |   |

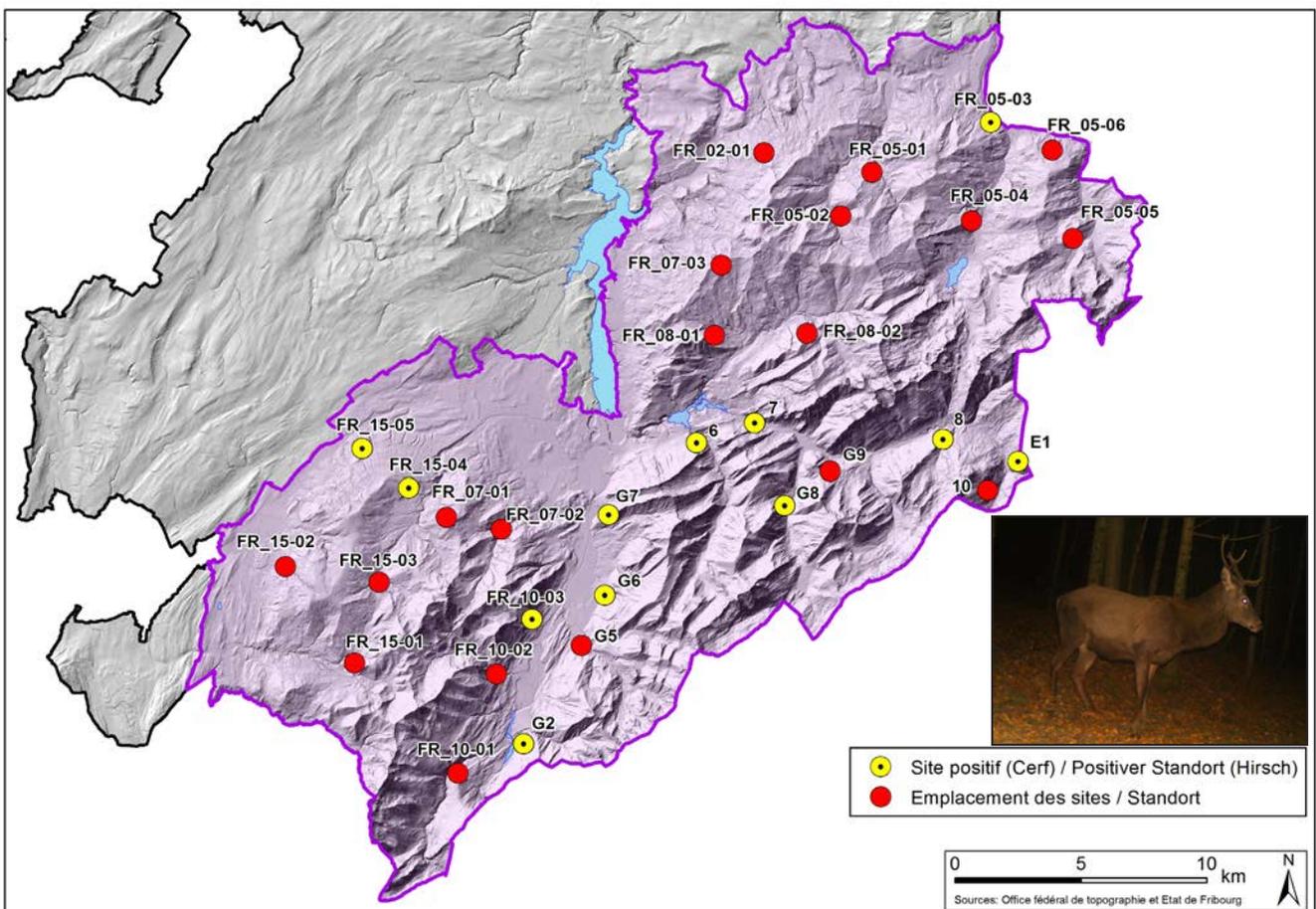
1. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Luchs während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



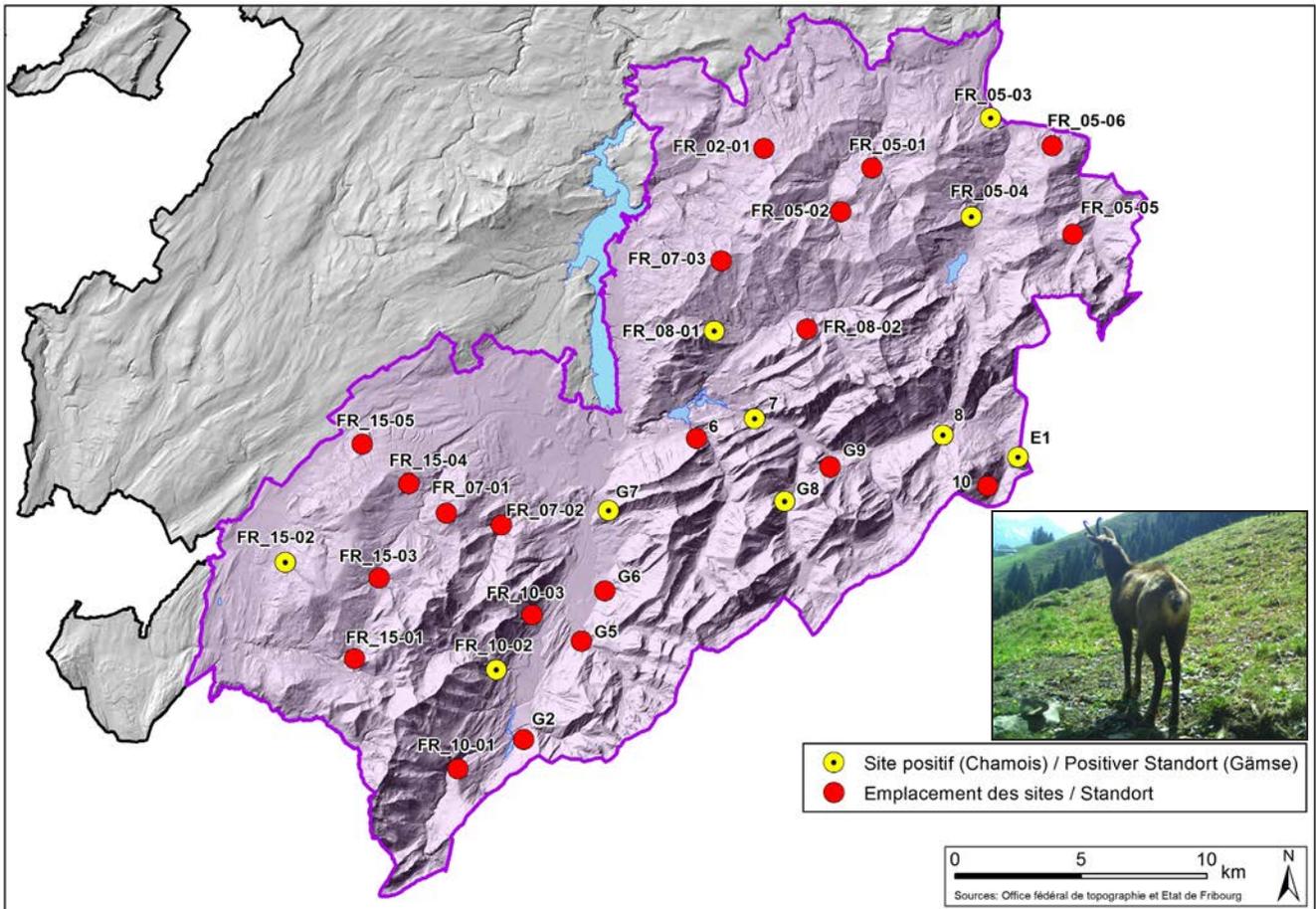
2. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Dachs während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



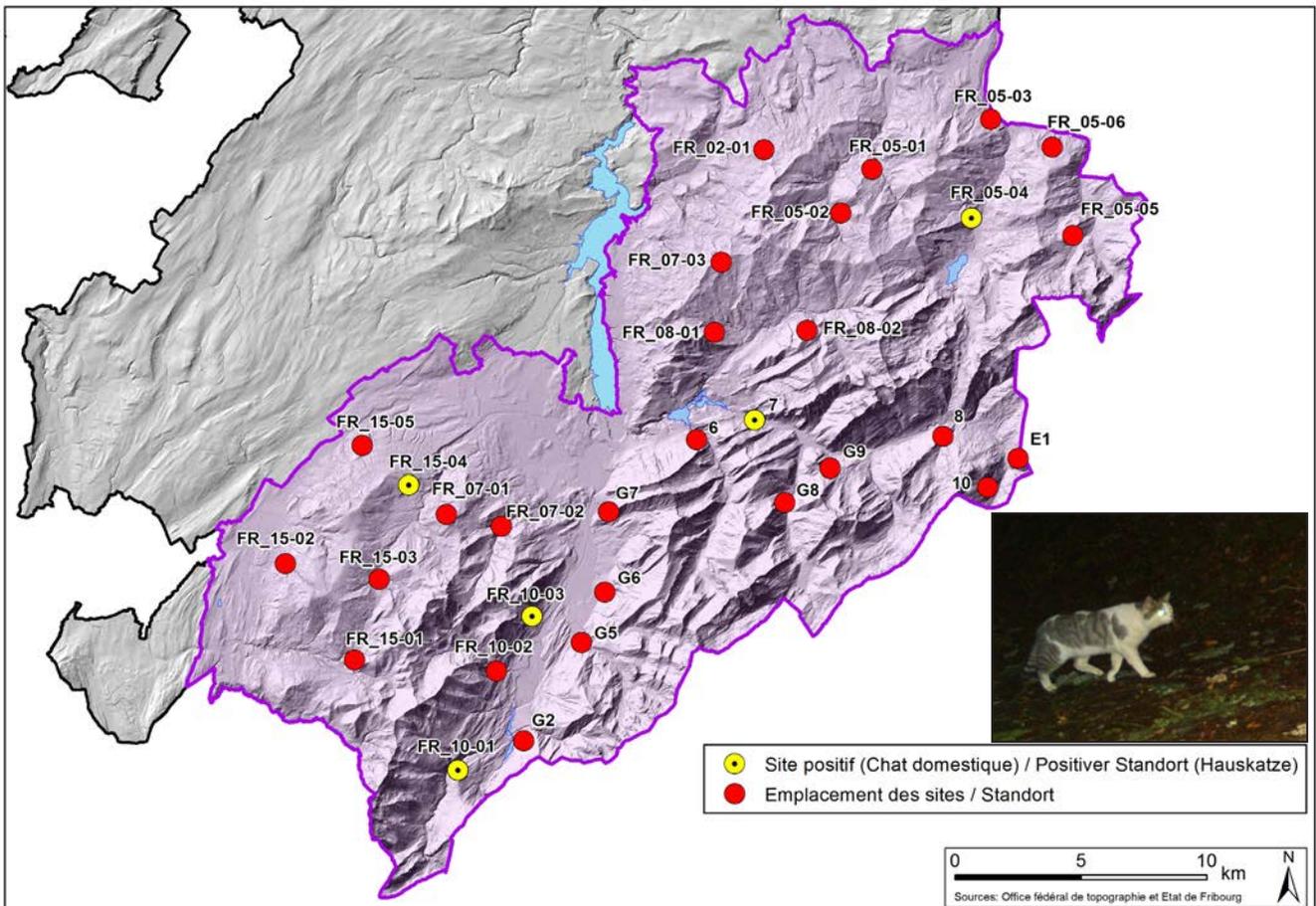
3. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Hirsch während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



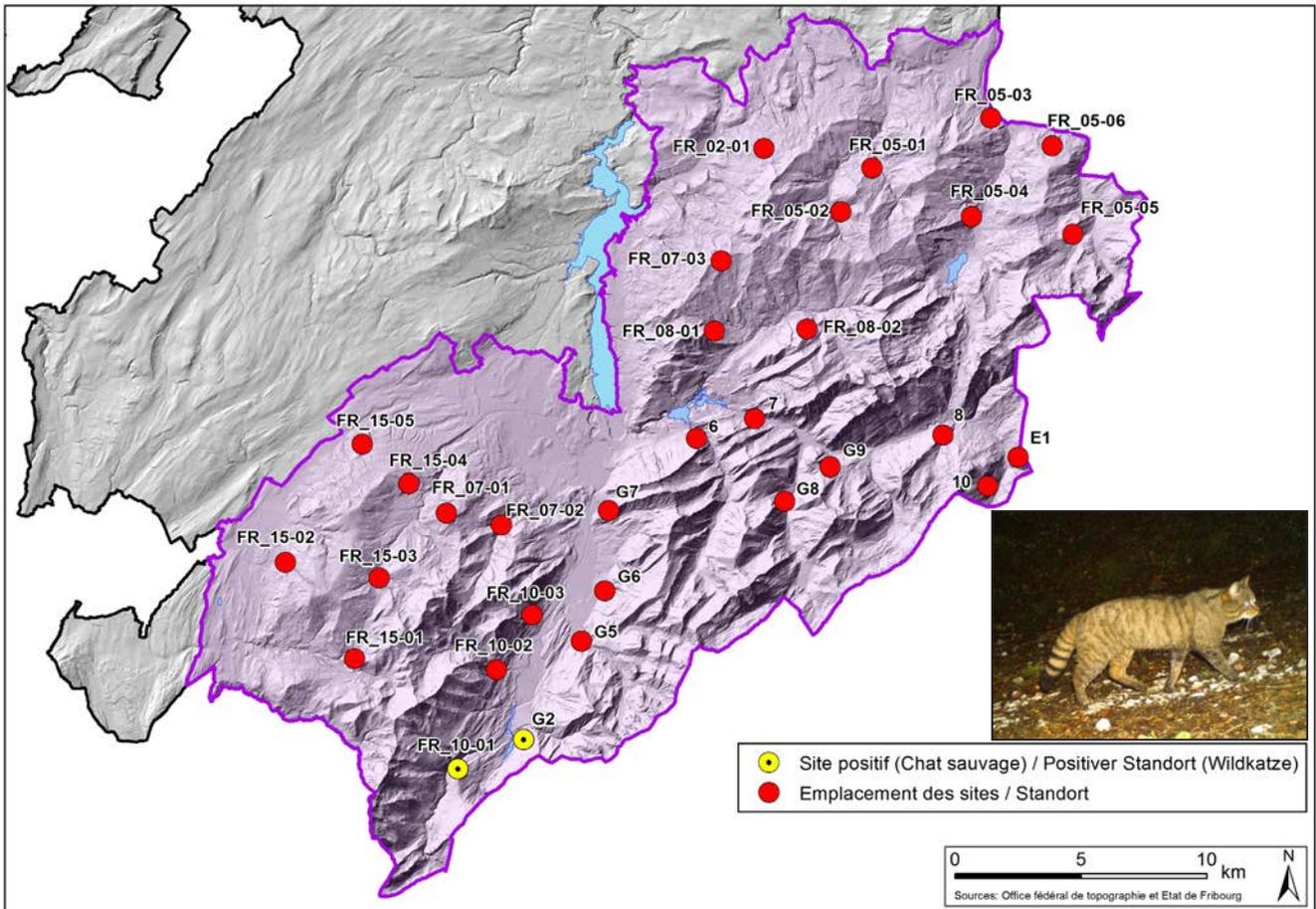
4. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Gämse während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



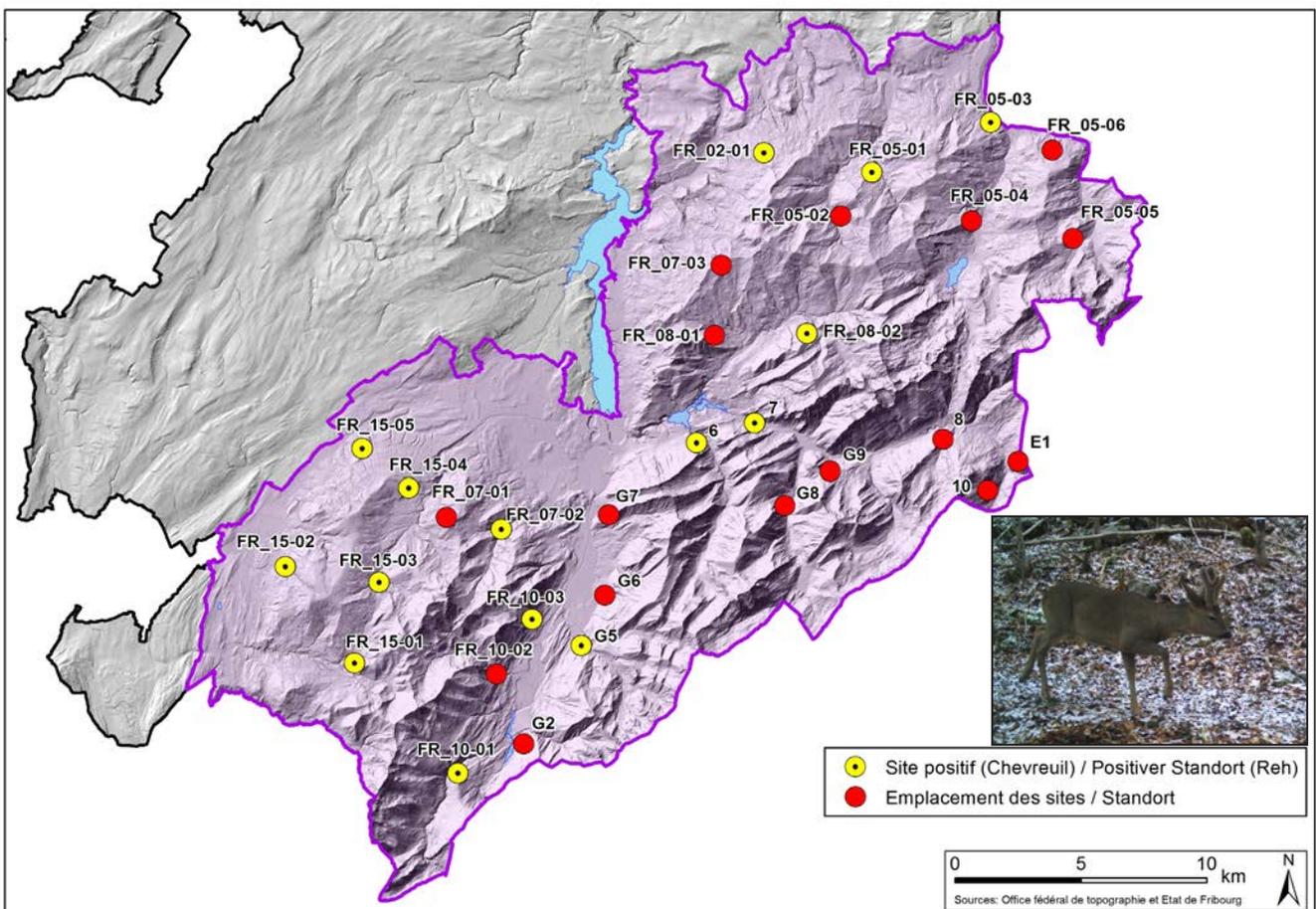
5. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Hauskatze während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



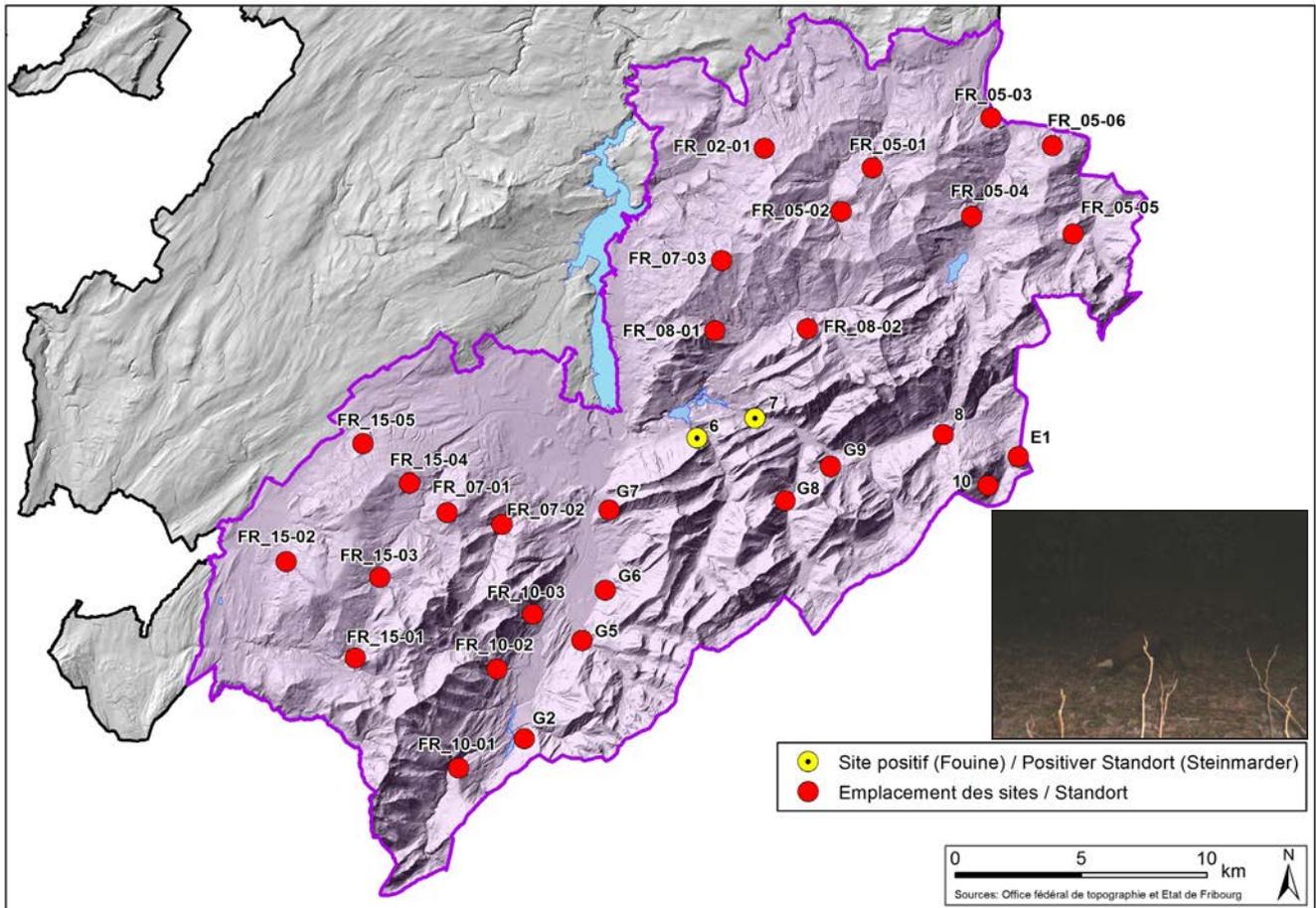
6. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Wildkatze während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



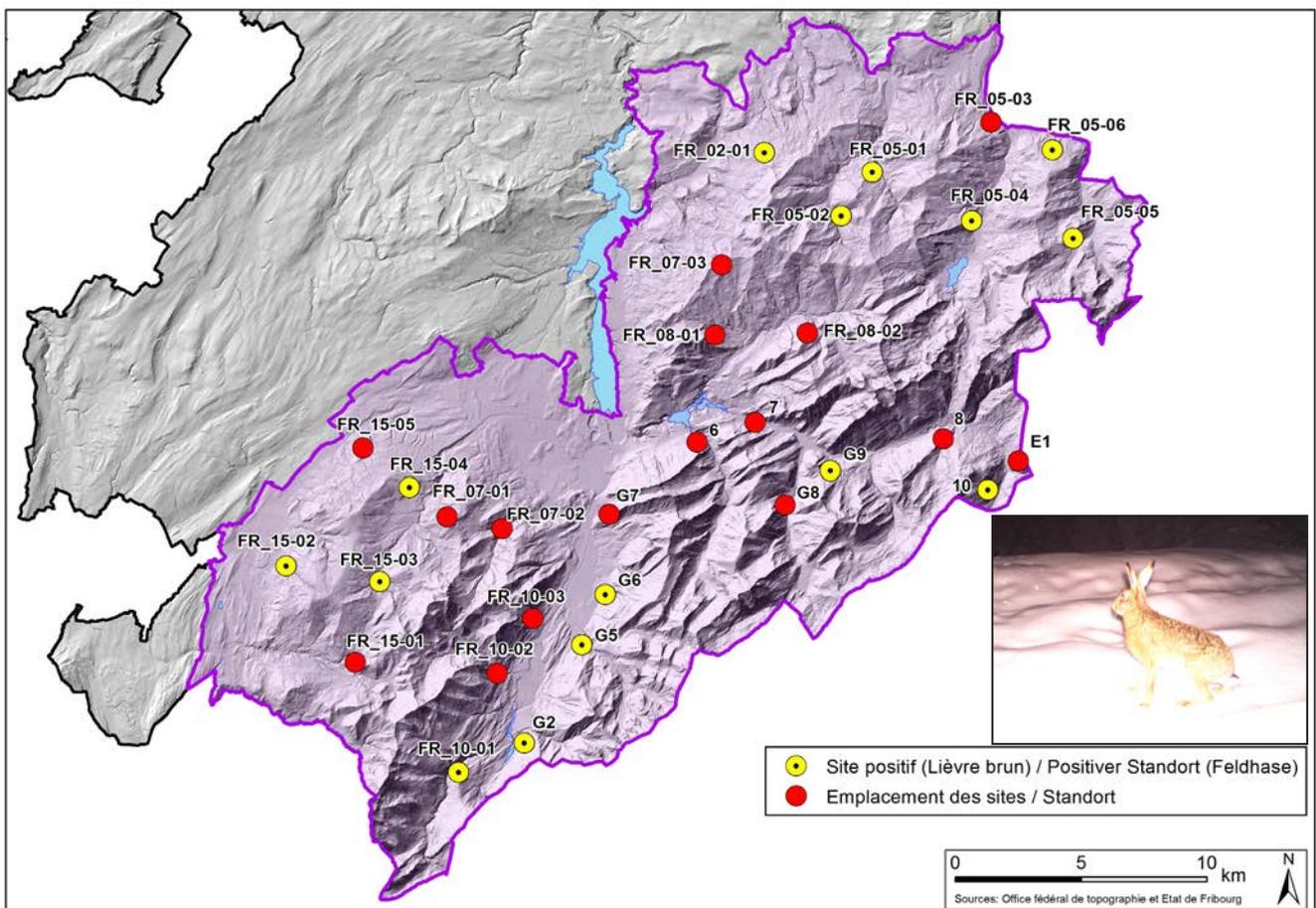
7. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Reh während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



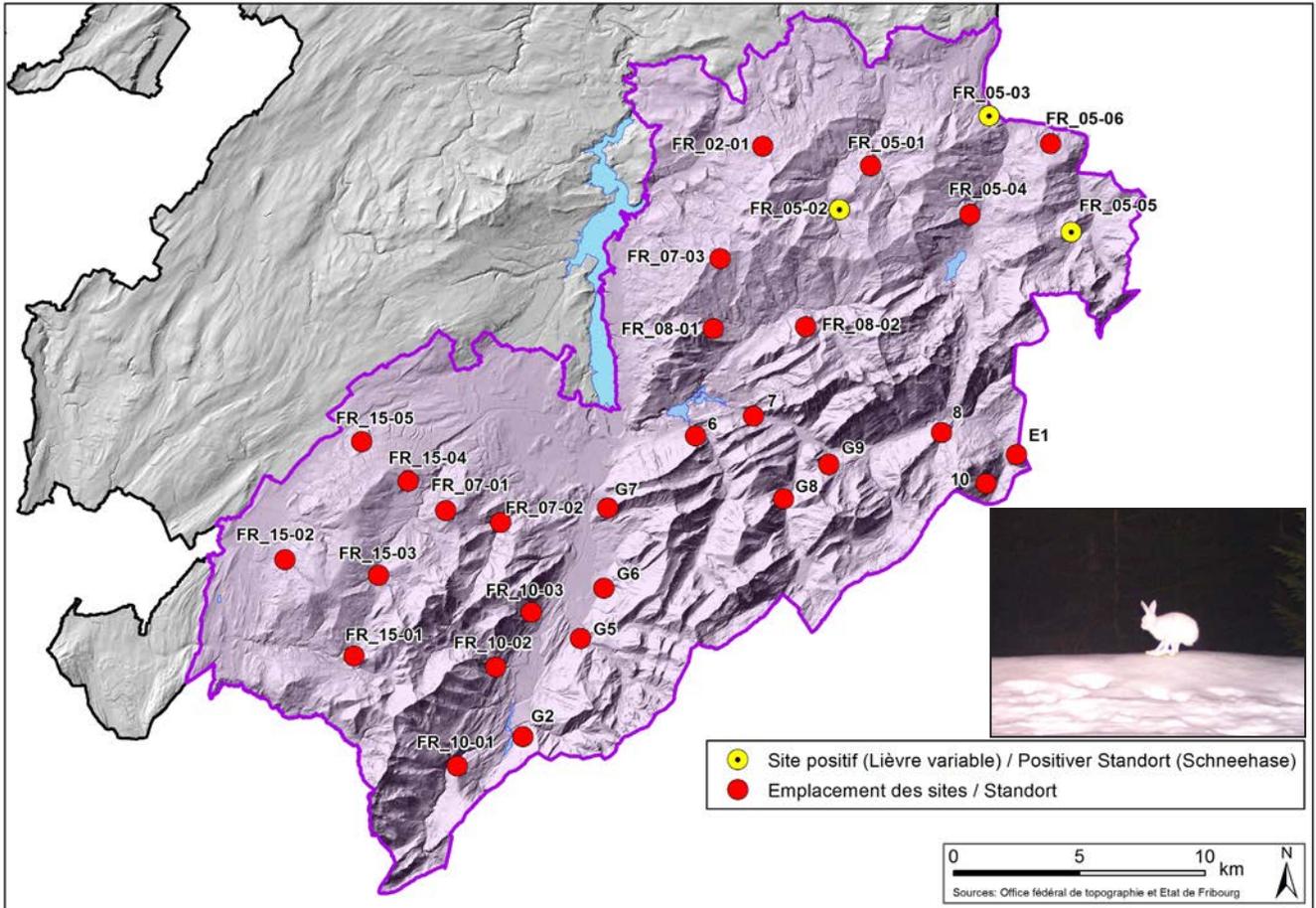
8. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Steinmarder während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



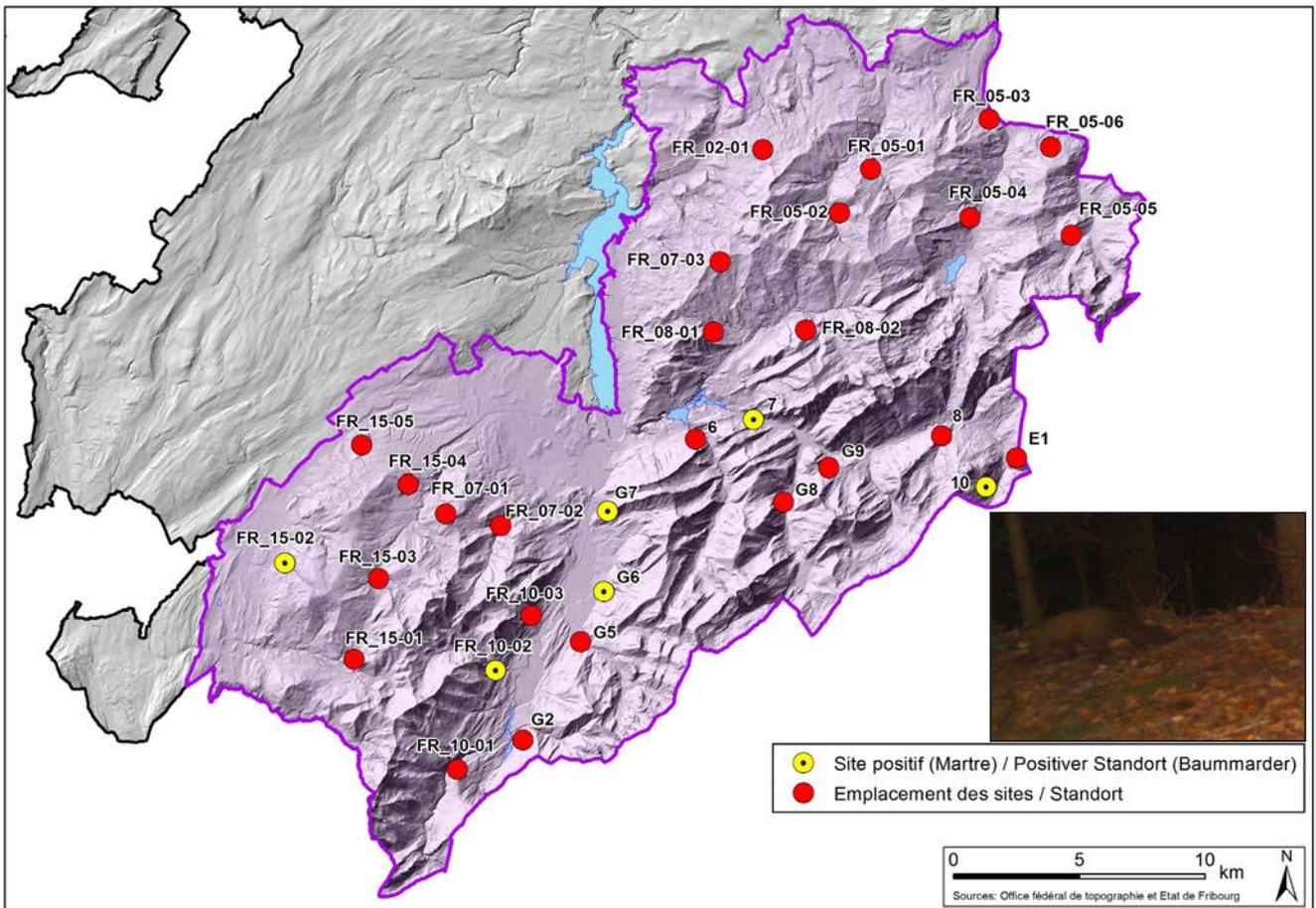
9. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Feldhase während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



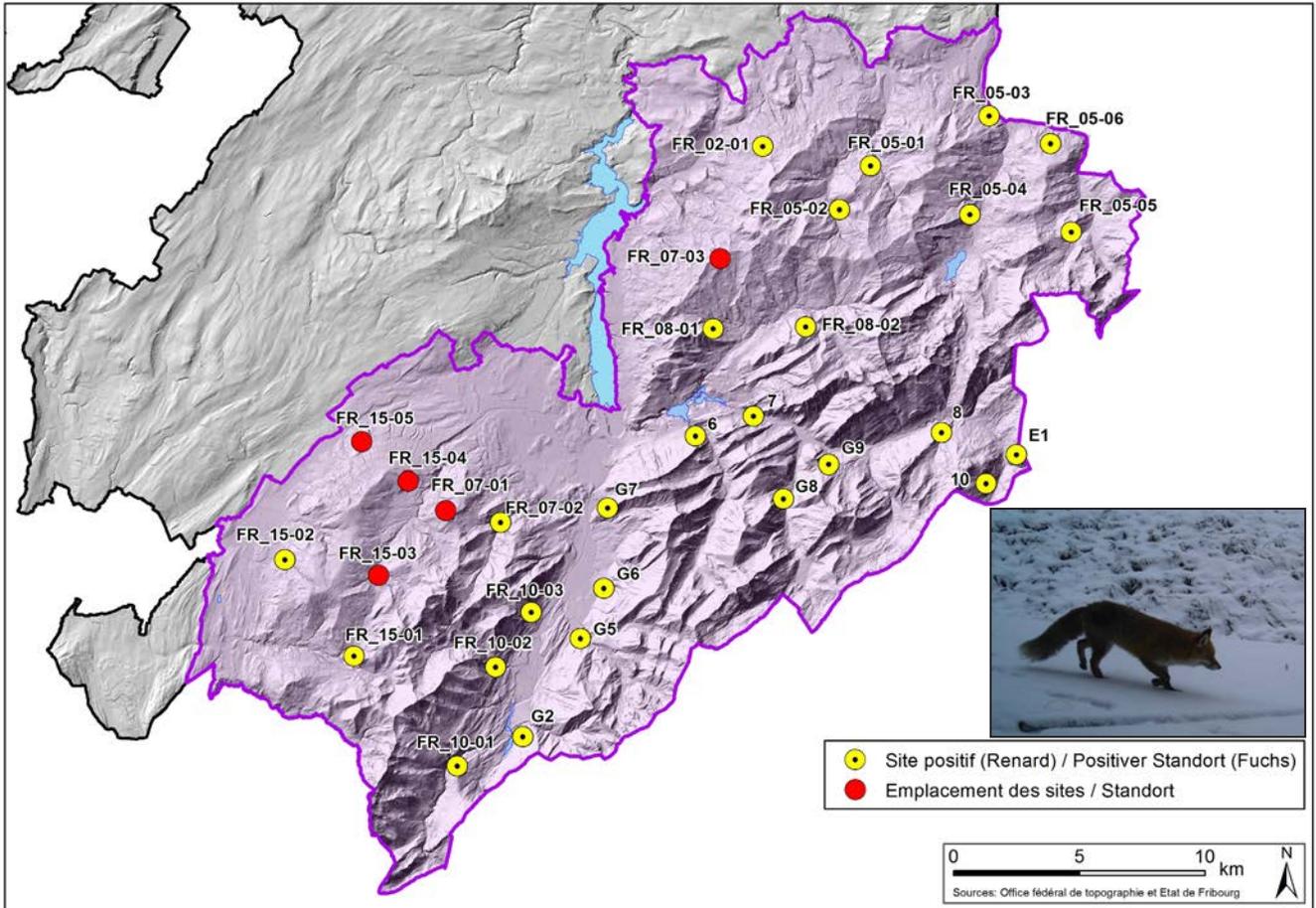
10. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Schneehase während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



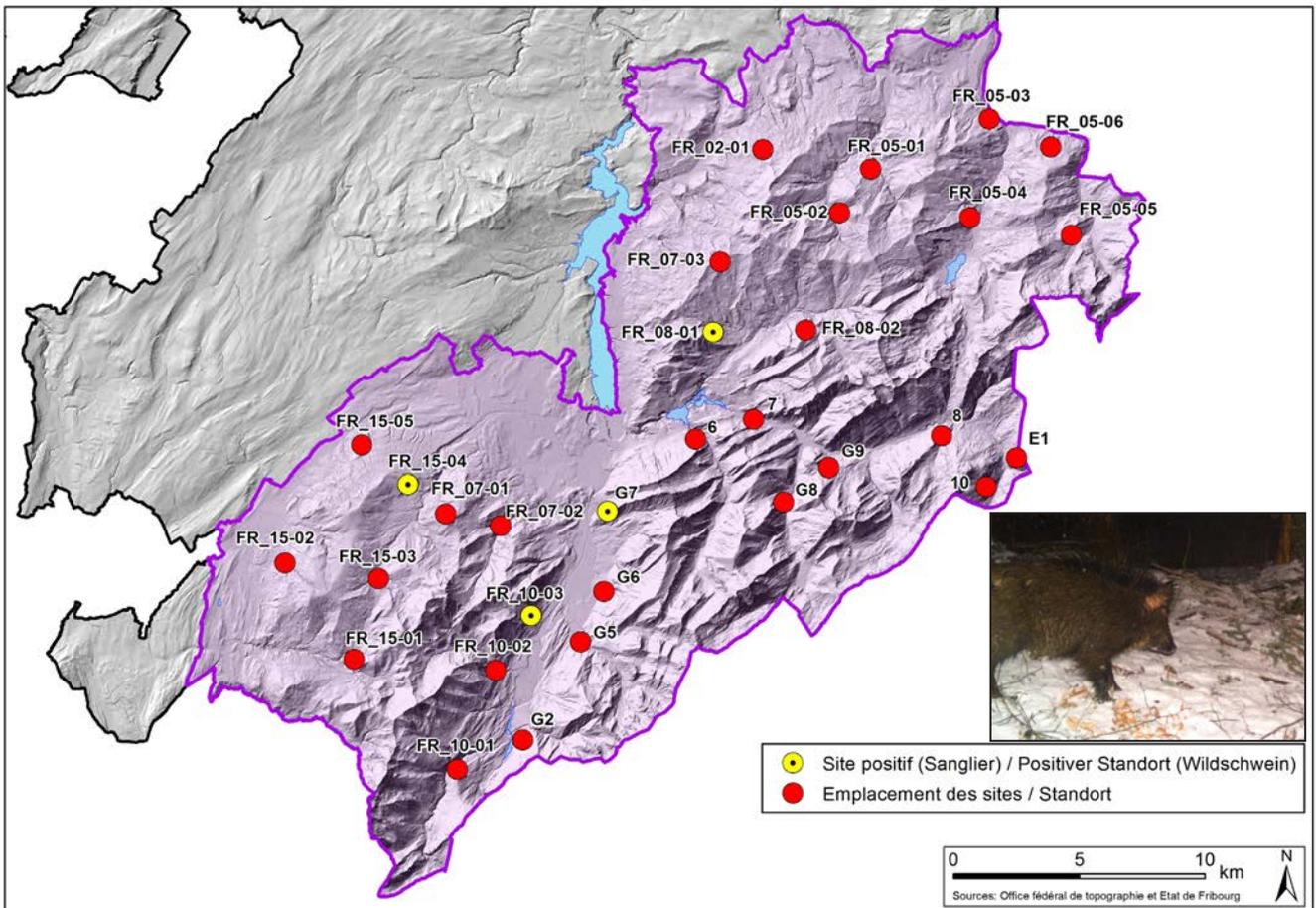
11. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Baumarder während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



12. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Fuchs während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



13. Räumliche Verteilung der Erfassungen von Wildschwein während der Dauer des Monitorings (16.02.2018 - 17.04.2018).



**Amt für Wald, Wild und Fischerei Walda**  
Route du Mont Carmel 1, Postfach 155, 1762 Givisiez

[www.fr.ch/walda](http://www.fr.ch/walda)

November 2018

