

Abundanz und Dichte des Luchses im westlichen Harz

Fotofallenmonitoring 2014/15



Nationalpark
Harz



Abundanz und Dichte des Luchses im westlichen Harz

Fotofallenmonitoring 2014/15

Mai 2015

Text: Lilli Middelhoff, Ole Anders
Grafiken: Lilli Middelhoff

Bezugsadresse: Nationalparkverwaltung Harz, Lindenallee 35, 38855 Wernigerode
www.luchsprojekt-harz.de

Titelbild: Nationalpark Harz

Zitiervorschlag: Middelhoff, T. L. & Anders, O. (2015) Abundanz und Dichte des Luchses im westlichen Harz. Fotofallenmonitoring 2014/15, Projektbericht, Nationalpark Harz.

Ein großer Teil des Materials, das zur Durchführung dieser Studie diente, wurde gefördert aus dem niedersächsischen Programm Natur erleben/dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und mit Mitteln des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum (EPLR) des Landes Sachsen-Anhalt. Das EPLR wird gemeinsam von der Europäischen Union, der Bundesrepublik Deutschland und dem Land Sachsen-Anhalt finanziert.

Inhaltsverzeichnis	Seite
Danksagung	1
1 Einleitung	2
1.1 Das Referenzgebiet	3
2 Material und Methoden	4
2.1 Fotofallenmodelle	4
2.2 Die Auswahl der Fotofallenstandorte	5
2.3 Standortaufbau	5
2.4 Untersuchungszeitraum	6
2.5 Kontrolldurchgänge	6
2.6 Status- und Alterskategorisierung von Luchsen auf Fotofallenbildern	6
2.7 Abgleich der Luchsbilder	6
2.8 Abundanzschätzung	7
2.9 Dichteschätzung	8
3 Ergebnisse	8
3.1 Anzahl der Fallennächte	8
3.2 Erfolgreiche Standorte	9
3.3 Bildanzahlen	9
3.4 Ergebnisse der Bildauswertung/Minimale Luchs-Anzahl	10
3.5 Statistische Auswertung/Abundanzschätzung	11
3.6 Dichteschätzung	11
4 Diskussion	11
5 Literatur	13
Katalog der fotografierten Luchse	15

Danksagung

Ohne das Engagement der Niedersächsischen Landesforsten und der Landesjägerschaft Niedersachsen e.V. für das Thema „Fotofallen im wissenschaftlichen Einsatz“ wäre dieses Projekt möglicherweise schon früh an Fragen des Datenschutzes gescheitert. Auch wenn in Sachsen-Anhalt der Einsatz von Wildkameras in öffentlichen Wäldern bislang verboten ist, wird die Diskussion darum am Leben gehalten. Für dieses Engagement gilt Allen, die sich für die Sache eingesetzt haben, an erster Stelle ein großes Dankeschön.

Wir bedanken uns bei der Leitung, den Revierförstern und allen anderen Mitarbeitern der Niedersächsischen Forstämter Clausthal, Riefensbeek, Seesen, der Sachsen-Anhaltischen Forstbetriebe Oberharz und Ostharz sowie des Stadtforstamtes Goslar für die Unterstützung bei der Auswahl von Kamerastandorten und für alle administrativen Fragen, die wir stellen durften und stets schnell und zuvorkommend beantwortet bekamen. Bei einer Reihe von privaten Mitjägern in den Forstämtern bedanken wir uns für das Verständnis für unsere Arbeit und so manchen guten Tipp bei der Auswahl von Kamerastandorten.

Herr Hartmut Kinat und das Personal des Kalkwerkes Winterberg ermöglichten die Installation eines kniffligen aber sehr erfolgreichen Kamerastandes.

Unsere Praktikanten/innen, Jennifer Schröder, Ole Behling, Vanessa Schulz und Verena Lenz leisteten viel unbezahlte Arbeit beim Aufbau, bei der Kontrolle und schließlich beim Abbau der Kameras. Alle Vier haben diese Aufgabe von morgens früh bis abends spät mit Bravour bewältigt und sind dafür verantwortlich, dass es im gesamten Untersuchungszeitraum kaum einen Kamerastandort gab, der einmal nicht funktionierte. Michael Schulte sorgte schließlich dafür, dass alle Kameras wieder wohlbehalten, sauber und gut gewartet im Schrank verschlossen werden konnten und für weitere Aufgaben zur Verfügung stehen. Melina Oldorf unterstützte uns tatkräftig bei der Datenauswertung.

Nicht genug danken können wir den zahlreichen Kollegen, die uns bei der Vorbereitung und im Verlauf dieser Studie bis hin zur Datenauswertung, mit Rat und Tat zur Seite standen. Allen voran Kirsten Weingarth (Habitat – Wildlife Services, Österreich) sowie Dominik Dachs (NLP Kalkalpen, Österreich), Dr. Cornelia Ebert und Ditmar Huckschlag (Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft, Rheinland-Pfalz), Martin Gahbauer (NLP Bayerischer Wald), Julian Sandrini (Stiftung Natur und Umwelt, Rheinland-Pfalz) und Dr. Fridolin Zimmermann (KORA, Schweiz).

Unser Dank gilt außerdem allen Jägern, Feldforschern, Arbeitern, Mountainbikern und sonstigen Waldbesuchern, die an unseren Kameras vorbeikamen oder diesen ausweichen mussten, für das Verständnis, das sie diesem Projekt entgegengebracht haben.

Nicht zuletzt sind wir allen Strauch- und Wilddieben zu Dank verpflichtet, da wir bis zum Schluss nicht eine einzige Kamera ersetzen mussten, weil sie Beine bekommen hatte.

1 Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich der Einsatz von automatischen Wildkameras zu einem festen Bestandteil wildbiologischer Forschung entwickelt (KUCERA & BARRETT 2011). Zunächst diente die Technik eher dazu, Aussagen zur Präsenz oder Abwesenheit bzw. zur Verbreitung bestimmter Tierarten zu treffen (HIBY & JEFFERY 1987, NICHOLAS ET AL. 1991, ZIELINSKI ET AL. 1995). Seit etwa ein bis zwei Jahrzehnten werden aber auch vermehrt Fotofallen-Studien durchgeführt, um die Dichte von Tierpopulationen zu bestimmen, sofern es möglich ist, die einzelnen Individuen der untersuchten Arten optisch zu unterscheiden. WINARNI ET AL. (2005) untersuchten die Dichte von Hühnervögeln in Indonesien. TROLLE ET AL. (2007) setzten Fotofallen zum Monitoring von Tapiren (*Tapirus terrestris*) ein. NGOPRASERT ET AL. (2012) untersuchten damit asiatische Bären (*Ursus thibetanus*, *Helarctos malayanus*).

Gefleckte Katzenarten bieten besonders gute Voraussetzungen zur Individualisierung der fotografierten Tiere. Weltweit wurden Fotofallen für das Monitoring verschiedener Felidenarten verwendet. KARANTH ET AL. (1998) untersuchten Tiger (*Panthera tigris*), TROLLE ET AL. (2003) Ocelots (*Leopardus pardalis*), MAFFEI ET AL. (2004) oder SILVER ET AL. (2004) führten ein Monitoring von Jaguaren (*Panthera onca*) durch und JACKSON ET AL. (2004) erhoben entsprechende Daten bei Schneeleoparden (*Uncia uncia*).

Beim Eurasischen Luchs (*Lynx lynx*) wird die Methode des systematischen Fotofallenmonitorings und der Auswertung der erhobenen Daten mit sogenannten Fang-Wiederfang-Modellen seit einigen Jahren durchgeführt. ZIMMERMANN ET AL. (2013) und PESENTI & ZIMMERMANN (2013) untersuchten die Schweizer Luchsvorkommen. In Deutschland werden Luchse im Bayerischen Wald mithilfe eines systematischen Fotofallenmonitorings erfasst (WÖLFL ET AL. 2009; WÖLFL & SCHWAIGER 2010b; WEINGARTH ET AL. 2011; WEINGARTH ET AL. 2012b).

Zwischen den Jahren 2000 und 2006 wurden im niedersächsischen Teil des Nationalparks Harz insgesamt 24 Exemplare des Eurasischen Luchses ausgewildert. Seit 2002 liegen regelmäßig Reproduktionsnachweise der Art aus dem Harzgebiet vor.

Der Eurasische Luchs unterliegt den Anhängen II und IV der Richtlinie 92/43/EWG (FFH-Richtlinie). Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet den Status und die Entwicklung dieser und anderer Arten alle sechs Jahre an die Europäische Kommission zu melden.

Die Nationalparkverwaltung Harz führt seit dem Start des Luchsprojektes in den Bundesländern Niedersachsen und Sachsen-Anhalt ein Monitoring durch, das auf der Auswertung zufälliger Beobachtungen, genetischer Nachweise und dem sporadischen Einsatz von Fotofallen beruht (ANDERS 2013). Seit dem Jahr 2008 wurden zudem einzelne Luchse mit Halsbandsendern versehen, um exemplarische Daten zu den Streifgebietsgrößen und zur Nahrungswahl der Tiere zu ermitteln. Ein Verfahren, um die Dichte der Luchspopulation zu bestimmen existierte jedoch bislang nicht.

Um den Zustand der Luchspopulation im Harz zu erfassen, ist es daher sinnvoll, eine aussagekräftige und standardisierte Methode zu etablieren, die das bisherige Monitoring erweitert und Aussagen zur Dichte der Luchspopulation ermöglicht. Das Verfahren muss reproduzierbar sein, um auch in der Zukunft mittels Folgeerhebungen vergleichbare Daten zu liefern. Gleichzeitig soll es transparent genug sein, um die entstehenden Daten in der öffentlichen und teils kontroversen Diskussion um den Luchs verwenden zu können.

Die Nationalparkverwaltung Harz (NLPV) hat daher die Ergebnisse von Luchs-Fotofallenstudien in anderen Gebieten jahrelang aufmerksam verfolgt. Die im Vergleich zu anderen Populationen relativ schwache Fleckenzeichnung der Harzluchse warf die Frage auf, ob Fotofallenbilder zur Individualisierung der Tiere ausreichen würden. Nach ersten eigenen Versuchen beim sporadischen Einsatz moderner Kameras, erwies sich die Unterscheidung

der Tiere jedoch als möglich und es fiel daraufhin die Entscheidung, ein systematisches Fotofallenmonitoring vorzubereiten. Im Jahr 2010 schaffte die NLPV somit erstmals eine größere Anzahl geeigneter Kameras im Rahmen des Förderprojektes „Wilde Katzen am Grünen Band“ (Natur erleben in Niedersachsen/EFRE) an.

Im Jahr 2012 wurde auf kleiner Fläche eine Pilotstudie zur systematischen Erfassung des Luchses mit Fotofallen durchgeführt (DOBRESCU 2012). Gefördert durch das Land Sachsen-Anhalt (EPLR) und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER) erarbeitete die NLPV seit 2013 ein Konzept zur „Ersterfassung des Luchses in Referenzgebieten als Grundlage für ein systematisches Fotofallenmonitoring“ im sachsen-anhaltischen Teil des Harzes (WEINGARTH 2015). Der größere Teil der dabei ausgewiesenen Fotofallenstandorte konnte aufgrund von datenschutzrechtlichen Bedenken im Rahmen der hier vorgestellten Studie jedoch nicht mit Kameras bestückt werden. Aus diesem Grund liegt der Hauptteil des Referenzgebietes im niedersächsischen Harzgebiet.

1. 1 Das Referenzgebiet

Das Referenzgebiet der hier vorgestellten Fotofallenstudie umfasst 746 Quadratkilometer und liegt zum überwiegenden Teil in den Niedersächsischen Forstämtern Seesen, Riefensbeek, Clausthal, in der Stadtforst Goslar und im Nationalpark Harz (Abb. 1). Im Nationalpark herrscht für Waldbesucher ein Wegegebot. Aus diesem Grund konnten abseits öffentlicher Wege auch im sachsen-anhaltischen Teil des Schutzgebietes Fotofallen installiert werden. Im Norden und im Westen begrenzt zumeist die Waldkante des Harzes das Referenzgebiet. Wo dies nicht der Fall ist, wurden die den jeweiligen Fotofallenstandorten am nächsten gelegenen Kanten von Rasterquadranten oder halben Rasterquadranten zur Abgrenzung des Referenzgebietes verwendet.

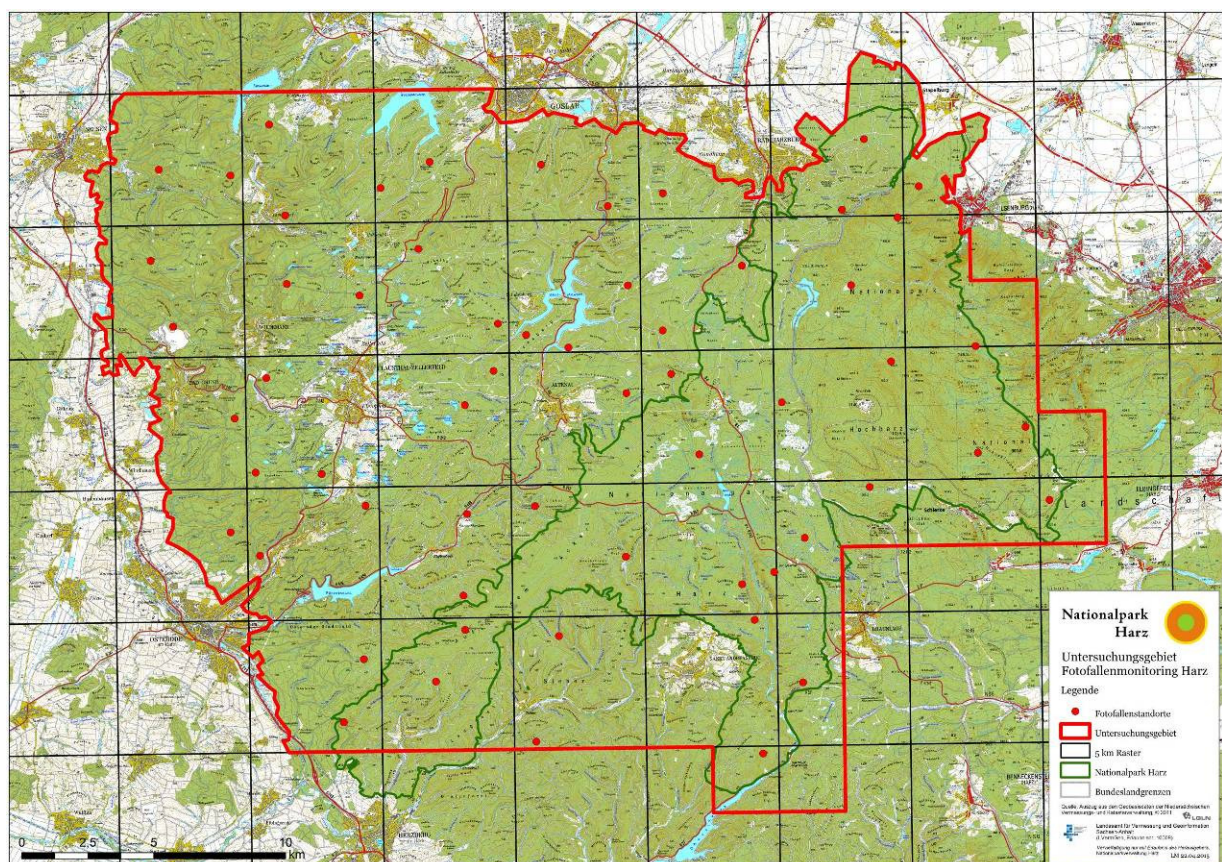


Abb. 1: Karte des Referenzgebietes mit Fotofallenstandorten (Grafik: Nationalpark Harz).

2 Material und Methoden

2.1 Fotofallenmodelle

Aufgrund der Auslösegeschwindigkeit und anderer Parameter eignen sich nur wenige Fotofallenmodelle für das systematische Monitoring einer Luchspopulation. Eine Auswertung der relevanten Literatur (WEINGARTH ET AL. 2011, WEINGARTH ET AL. 2012, KELLY & HOLUB 2008) sowie eigene Versuche haben ergeben, dass nur sehr wenige Kameramodelle den speziellen Anforderungen eines Monitoring-Einsatzes gerecht werden und auch bei zügig vorbeiwandelnden Tieren schnell und zuverlässig auslösen. Für die scharfe Abbildung der Fellzeichnung sind Weißlichtblitzkameras notwendig (FATTEBERT & ZIMMERMANN 2007; WEINGARTH ET AL. 2012a).

Derzeit bieten sich die im Folgenden dargestellten Fotofallenmodelle (Abb. 2) auf Grund ihrer technischen Eigenschaften für den Monitoring-Einsatz an und wurden im Rahmen dieser Studie eingesetzt.



Abb. 2: Die Fotofallenmodelle von links nach rechts: Cuddeback Capture™ und Cuddeback Attack™ (Bildquelle: cuddeback.com), Cuddeback Capture im Stahlkasten gesichert, Hinweisschild für Waldbesucher (Bildquelle: Nationalpark Harz).

Cuddeback Capture™ (Green Bay, Wisconsin, USA)

Die *Cuddeback Capture*™ ist eine Weißlichtkamera mit einer Auslösegeschwindigkeit von 0,3 Sekunden (Abb. 2). Dadurch sind Farbaufnahmen am Tag und in der Nacht möglich. Die Reichweite des Bewegungsmelders beträgt ca. 13 Meter, die des Blitzes ca. 15 Meter. Nach dem Auslösen benötigt die Kamera mindestens 30 Sekunden, bis sie ein weiteres Bild anfertigen kann. Als Energiequelle fungieren vier Mono-D-Zellen. Die Geräte speichern die Bilddateien auf herausnehmbaren SD-Karten. Datum und Uhrzeit der Kameraauslösung werden auf jedem Bild angezeigt. Dieses Modell wird seit dem Jahr 2008 erfolgreich im Rahmen des Luchs-Monitorings im Nationalpark Bayerischer Wald genutzt (Weingarth et al. 2011; Weingarth et al. 2012a).

Cuddeback Attack™ (Green Bay, Wisconsin, USA)

Die *Cuddeback Attack*™, ebenfalls ein Weißlichtblitzmodell, ist das Nachfolgermodell der *Capture*™ (Abb. 2). Die Auslösegeschwindigkeit der Kamera verbesserte sich auf 0,2 Sekunden. Die Reichweite des Bewegungsmelders beträgt 15 Meter. Der Xenon-Röhren-Blitz (Xenon Strobe Flash) macht es möglich auch nachts farbige Bilder zu erhalten. Nach einer Auslösung kann in einem Abstand von mindestens 5 Sekunden (bzw. 35 Sekunden nach Auslösen des Blitzes) ein weiteres Bild gemacht werden. Für den Betrieb sind pro Kamera 4 Mono-D-Zellen notwendig. Um das sehr starke Blitzlicht der Kamera zu reduzieren, wurde

der Blitz in Abhängigkeit vom Kamerastandort z. T. mit mehreren Schichten halbtransparenter Fensterklebefolie bedeckt.

2.2 Die Auswahl der Fotofallenstandorte

Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Fotofallenstandorte zu erreichen, wurde das Referenzgebiet durch ein 5 km x 5 km Raster unterteilt. Dieses entspricht einer Viertelung des Europäischen Referenzraster (EEA reference grid) (EUROPÄISCHE UMWELTAGENTUR [HTTP://WWW.EEA.EUROPA.EU/DATA-AND-MAPS/DATA/EEA-REFERENCE-GRIDS](http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids)). Auf der Basis der 100 Quadratkilometer großen Rasterzellen erfolgt bundesweit einheitlich die jährliche Definition des Verbreitungsgebietes des Eurasischen Luchses.

Im Referenzgebiet der Fotofallenstudie wurden pro Rasterquadrat (25 km²) möglichst 2 Fotofallenstandorte ausgewählt. Um einen optimalen und „fängischen“ Standort zu finden, wurden innerhalb der Rasterzellen die topografischen Gegebenheiten berücksichtigt und alle vorliegenden Verortungen von Luchsbeobachtungen und Telemetriedaten zur Hilfe genommen.

2.3 Standortaufbau



Abb. 3: Fotofallenstandort an einem Wanderweg mit zwei Kameras und Hinweisschild im Hintergrund (Bildquelle: Nationalpark Harz).

An jedem Standort erfolgte beiderseits eines Weges oder einer Rückegasse etc. der Aufbau je einer Fotofalle (Abb. 3). Die Geräte sollten von einem vorbeiwandelnden Tier kurz nacheinander ausgelöst werden, um beide Flanken des Individuums zu fotografieren. Es musste jedoch verhindert werden, dass sich die Geräte gegenseitig, z.B. durch den Blitz, beeinträchtigen (Abb. 4). Die Kameras wurden in einer Höhe von ca. 30-40 Zentimetern über dem Erdboden leicht versetzt zueinander angebracht.

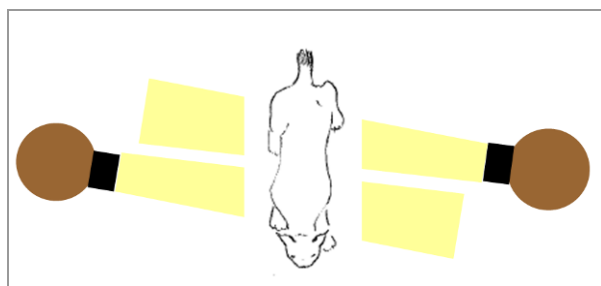


Abb. 4: Versetzte Ausrichtung der zwei sich gegenüberstehenden Kameras (Grafik: L. Middelhoff).

Metallgehäuse schützten die Geräte vor Witterungseinflüssen und Vandalismus (Abb. 2). Zusätzlich wurden die Geräte mittels Ketten und Bügelschlössern an Bäumen und Pfosten befestigt und so gegen Diebstahl gesichert. Beiderseits eines Kamerastandortes wiesen Schilder Wanderer und andere Waldbesucher auf die Geräte hin (Abb. 2).

2.4 Untersuchungszeitraum

Tab. 1: Untersuchungszeitraum des Fotofallenmonitoring Harz 2014/2015.

Standortauswahl	Juli – August 2014
Aufbaubeginn	26.08.2014
Abbauende	22.01.2015

Der Gesamtuntersuchungszeitraum erstreckt sich damit über fast fünf Monate (Tab. 1). Statistisch ausgewertet wurde ein 100-tägiger Zeitraum zwischen Mitte September und Ende Dezember 2014, in dem alle in der Stichprobe vorhandenen selbstständigen Individuen fotografiert werden konnten.

2.5 Kontrolldurchgänge

Im Untersuchungszeitraum erfolgten acht Kontrollen aller Kameras. Dabei wurde jede Kamera im Abstand von etwa ein bis zwei Wochen aufgesucht und auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft. Gegebenenfalls war es notwendig, die Batterien der Geräte auszutauschen, vor den Kameras hoch gewachsene Vegetation zurückzuschneiden oder die Kameras neu auszurichten. Bei jeder Kontrolle wurden die SD-Karten der Kameras gewechselt und die vorhandenen Bilddaten im Büro auf einen eigens dafür vorgesehenen Rechner überspielt. Die Verwaltung der Bilder erfolgte mit dem EDV-Programm Adobe LIGHTROOM™. Aus den gespeicherten Tierbildern wurden alle Luchsbilder isoliert, in einem separaten Ordner abgespeichert und in eine Ereignistabelle eingetragen.

2.6 Status- und Alterskategorisierung von Luchsen auf Fotofallenbildern (nach WEINGARTH 2011)

Unabhängige/ selbstständige Luchse:

- Adulte, standortstreu Tiere: alle mindestens 2-jährigen Tiere. Dies ist bekannt z.B. durch einen früheren Fang des Tieres, ein Weibchen, das mit Jungtieren fotografiert wurde oder Tiere, die ein Jahr zuvor fotografiert wurden und zu dem Zeitpunkt sicher kein Jungtier mehr waren.
- Subadulte Tiere: einjährige Tiere (Jährlinge), die bereits als Jungtier fotografiert wurden.

Abhängige Luchse/ Jungtiere:

- Jungtiere von der Geburt bis zum 30. April des Folgejahres. Dies ist der in der Literatur beschriebene Zeitpunkt, an dem die meisten Jungtiere die Abhängigkeit von der Mutter beendet haben und sich auf die Suche nach einem eigenen Revier machen (BREITENMOSER & Breitenmoser-Würsten 2008).

Unbekannte Luchse:

- Alle anderen Luchse, die im Untersuchungszeitraum fotografiert wurden und die nicht einer der oben genannten Kategorien zugeordnet werden konnten.

2.7 Abgleich der Luchsbilder

Insbesondere Feliden weisen eine große Variabilität ihrer Fellzeichnung auf (WERDELIN & OLSSON 1997). Auch bei Luchsen handelt es sich um gefleckte Katzen mit variablem Fleckenmuster. THÜLER (2002) beschreibt fünf unterschiedliche Fleckungsarten beim Eurasischen Luchs. Die Kategorie „große Flecken“ ist in anderen Populationen sehr häufig, kommt im Harz jedoch so gut wie gar nicht vor (Abb. 5). Diese Tatsache erschwert die Individualisierung von Luchsen.



Abb. 5: Vergleich zwischen den Fleckungsarten eines Harzer Luchses mit sehr geringer Fleckung (links, Bildquelle: Nationalpark Harz) und eines Schweizer Luchses mit großen Flecken (rechts, Bildquelle: RYSER ET AL. 2012).

Dennoch liefert die Fleckenzeichung eines Tieres auf Fotos guter Qualität in der Regel ausreichende Informationen, um Individuen zu unterscheiden und wieder zu erkennen. Um ein Individuum sicher zu identifizieren, sollten mindestens zwei Bereiche im Fellmuster des Tieres identisch sein (Abb. 6). Die Unterscheidung erfolgt, indem auf Vergleichsfotos die Kategorie des Fellmusters, die Größe der vorhandenen Flecken und deren relative Position zueinander verglichen werden. Die Fleckenzeichung der Luchse ist auf den beiden Körperseiten unterschiedlich. Dies macht es erforderlich die Tiere von beiden Seiten zu fotografieren (WEINGARTH ET AL. 2011). Das Geschlecht eines Luchses kann hingegen anhand lateral aufgenommener Bilder nicht bestimmt werden, es sei denn, es werden weibliche Tiere mitsamt dem Nachwuchs abgelichtet. Nach der eindeutigen Individualisierung eines Tieres wird eine Identifikationsnummer vergeben (näher Erläuterung dazu finden sich im Katalog der fotografierten Luchse).

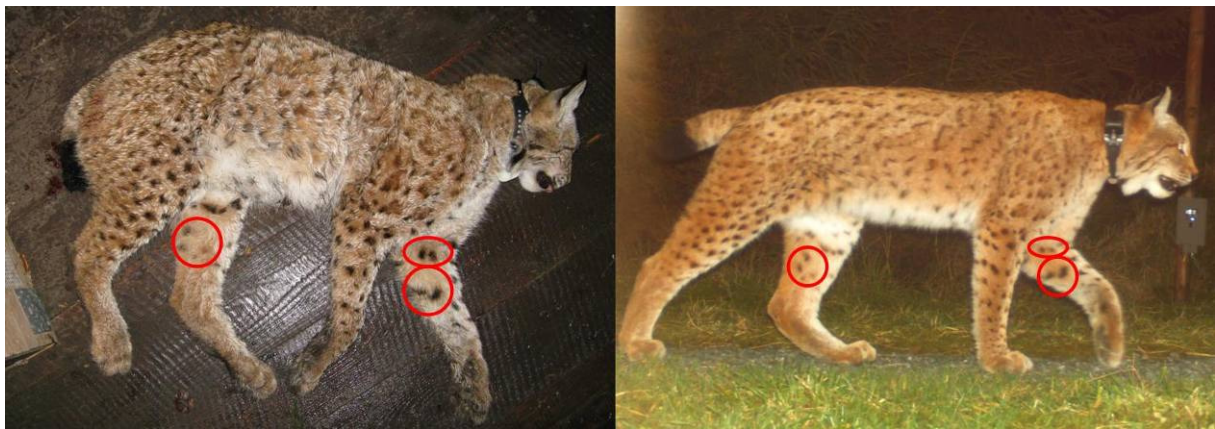


Abb. 6: Foto-Identifikation des Harzer Luchses M4 (B1004) durch Vergleich der Fleckenzeichung auf dem Fotofallenbild (rechts) und einem Foto das im Zuge der Besenderung des Tieres aufgenommen wurde (links) (Bildquellen: Nationalpark Harz).

2.8 Abundanzschätzung

Das sogenannte „Fang-Wiederfang-Prinzip“ wurde zum ersten Mal im Jahr 1662 angewendet um die Bevölkerung von London zu schätzen. Die Arbeiten von PETERSON (1896) und LINCOLN (1930), beschäftigten sich anhand dieses Prinzips mit der Ermittlung der Populationsgrößen von Fischen bzw. Wasservögeln. Der daraus resultierende Lincoln-Peterson-Index ist bis heute die Grundlage moderner Fang-Wiederfang-Modelle:

$$N = \frac{nM}{m}$$

Ursprünglich wird dabei eine Stichprobe (M) der zu messenden Population gefangen, markiert und wieder freigelassen. Danach wird eine zweite Stichprobe (n) gefangen und anhand des Anteils der darin markierten Tiere (m) auf die Gesamtgröße (N) geschlossen.

Beim Einsatz von Fotofallen findet dieses Grundprinzip in einer weiterentwickelten Form Anwendung. Es finden dabei zeitlich definierte Fangereignisse in steter Folge statt. Jedes der Fangereignisse umfasste in der vorliegenden Studie einen Zeitraum von fünf Tagen (Pentade) (ZIMMERMANN ET AL. 2006). Bei 100 durchgeführten Überwachungstagen unterteilen sich diese in 20 Pentaden. Alle in diesem Zeitraum entstandenen Luchsfotos wurden in einem Fangkalender verzeichnet. Dieser Fangkalender ist eine Matrix welche die 20 Fangereignisse chronologisch auflistet. Innerhalb der Fangereignisse wird für jedes in der Gesamtstichprobe vorhandene Individuum vermerkt, ob es fotografiert wurde („1“) oder nicht („0“). Fotografierte Jungtiere, die durch Fotos sicher einem bekannten Weibchen zugeordnet werden können, werden dabei als Fang der Mutter behandelt. Die aus dem Fangkalender erzeugte Matrix wird mit dem Modul CAPTURE im EDV-Programm MARK analysiert (WHITE & BURNHAM 1999). Das Modul CAPTURE wählt aus 8 möglichen Modellen das geeignetste aus. Darunter Mo: alle Individuen haben dieselbe Fangwahrscheinlichkeit und Mh: die Fangwahrscheinlichkeiten zwischen den Individuen sind nicht identisch aber ändern sich nicht im Verlauf des Durchgangs. Das Programm bestimmt die mittlere Fangwahrscheinlichkeit der Luchsindividuen und schätzt die Abundanz der Luchse.

Fang-Wiederfang-Modelle gehen von einer geschlossenen Population aus. D.h. es muss ein Untersuchungszeitraum gefunden werden, in dem erwartet werden kann, dass keine oder nur eine minimale Anzahl von Zu- oder Abwanderungen aus dem Referenzgebiet stattfinden. Bei einer Luchspopulation ist dies im letzten Quartal des Kalenderjahres am wahrscheinlichsten (ZIMMERMANN ET AL. 2007). Es finden dann keine Geburten statt und die Abwanderung von Jährlingen aus den mütterlichen Streifgebieten ist weitgehend vollzogen. Ob die analysierte Stichprobe eine ausreichende Geschlossenheit aufweist, kann mit mathematischen Tests überprüft werden.

Hierzu wurde das EDV-Programm CLOSETEST (STANLEY & RICHARDS 2004) verwendet und der Test nach OTIS ET AL. (1978) durchgeführt.

Für diese Schätzung ist wichtig, dass kein Tier der Population im Referenzgebiet eine Fangwahrscheinlichkeit von Null hat. Die Dichte der Fotofallenstandorte muss daher so gewählt werden, dass das kleinste bekannte Revier der untersuchten Art mindestens einen Standort enthält (KARANTH & NICHOLS 1998, NICHOLS & KARANTH 2002).

2.9 Dichteschätzung

Die Dichte der selbstständigen Luchsindividuen ergibt sich aus dem Verhältnis der ermittelten Abundanz und der Größe des Referenzgebietes.

Eine statistische Auswertung der Daten der fotografierten Jungtiere ist nicht möglich, da diese, anders als die selbstständigen Individuen, in Abhängigkeit von der Mutter in Kleingruppen agieren. Es wurde daher, wie im Ergebnisteil näher beschrieben, die tatsächliche Anzahl der fotografierten Jungtiere in die Auswertung einbezogen.

3 Ergebnisse

3.1 Anzahl der Fallennächte

In den gesamten Untersuchungszeitraum fallen 7.445 effektive Fallennächte (Nächte in denen mindestens eine Kamera eines Standortes funktionstüchtig war). In dem ausgewerteten Zeitraum von 100 Tagen gab es 6.000 potentielle Fallennächte, davon 5.944

effektive, d.h. tatsächliche Fallennächte. Die Differenz ergibt 56 Fallennächte, die aufgrund defekter Kameras etc. ausfielen. Dies entspricht einem Prozentanteil von 0,93.

3.2 Erfolgreiche Standorte

An 39 (65%) der insgesamt 60 Fotofallenstandorte entstanden im gesamten Aufbauzeitraum Luchsbilder. An 36 Standorten gelangen in dieser Zeit Wildkatzenbilder (augenscheinliche Bestimmung) und an 23 Standorten entstanden Fotos von beiden Arten.

Während des statistisch ausgewerteten Zeitraums von 100 Tagen konnten an 36 Standorten (60 %) 245 Luchsaufnahmen gemacht werden.

3.3 Bildanzahlen

Es entstanden im gesamten Untersuchungszeitraum insgesamt 4.333 Tierbilder (Abb. 7). 268 der Fotos zeigten Luchse. 13 Luchsbilder bildeten die am 04.11.2014 aus dem Nationalpark-Schauehege illegal freigelassenen Gehegetiere „Alice, Ellen und Paul“ ab. Da diese Luchse wieder eingefangen werden konnten, gingen ihre Fotos nicht in die Auswertung ein.

Die Qualität von 13 Bildern reichte nicht aus, um eine Individualisierung der abgebildeten Tiere vorzunehmen.

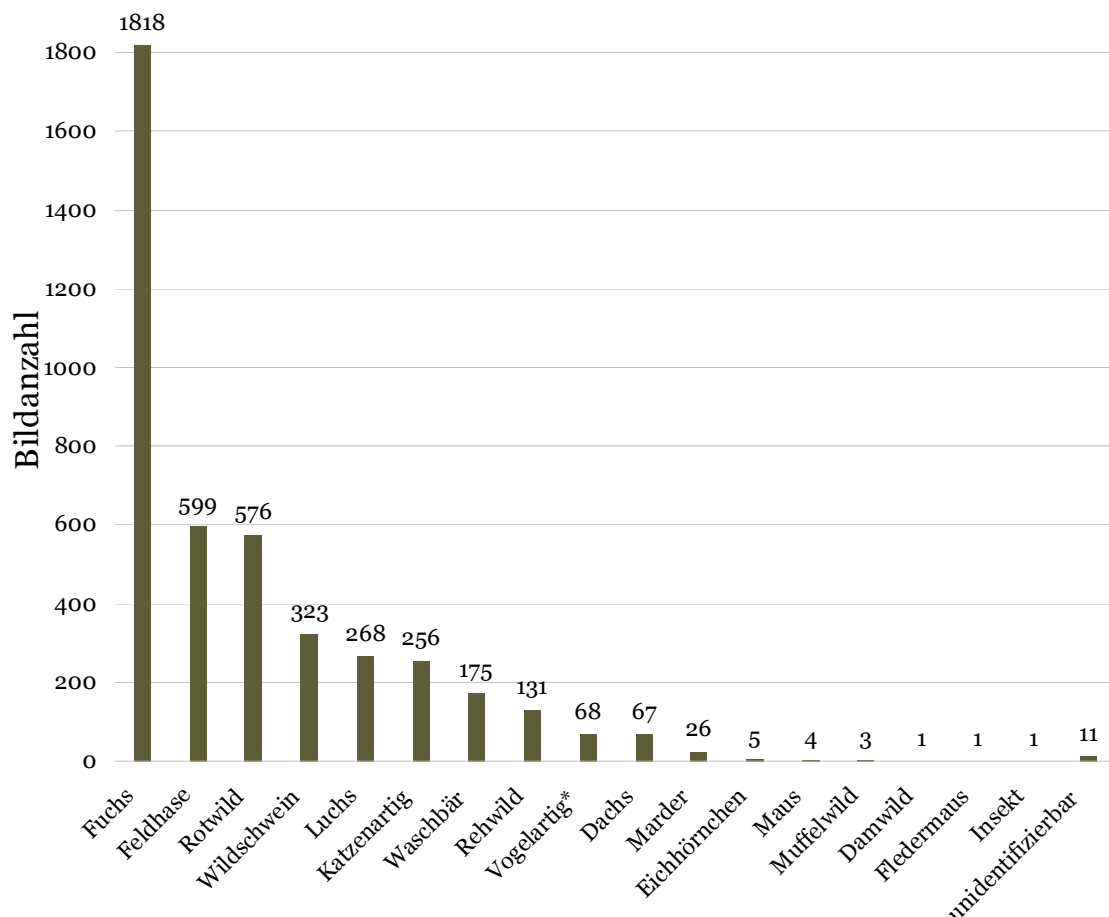


Abb. 7: Bildanzahl einzelner Tierarten der insgesamt 4.333 Tierbilder. In den 268 Luchsbildern sind 13 Bilder der entlaufenen Gehegetiere enthalten, die nicht in die Auswertung mit eingingen. Unter den Bildern der Katzenartigen befinden sich 17 eindeutige Hauskatzenbilder und 223 Wildkatzenbilder (morphologische Bestimmung) Grafik: Nationalpark Harz

*Kolkkrabe, Drossel, Waldschnepfe, Eichelhäher, Kohlmeise, Ringeltaube

3.4 Ergebnisse der Bildauswertung/Minimale Luchs-Anzahl

Tab. 2: Ergebnisse der Abundanz- und Dichteschätzungen.

Berechnungen	Ergebnisse	Erläuterung
Größe Referenzgebiet (RG)	746 km ²	Landschaftsökologische Ermittlung (Vorbild KORA)
Anzahl selbstständiger Luchse im RG	16	CAPTURE (Modul in MARK)
Anzahl Jungtiere im RG	12	Absolute Zahl fotografiertes Jungtiere
Anzahl Selbstständige und Jungtiere im RG	28	
Dichte selbstständiger Luchse im RG	2,1/100 km ²	
Dichte Selbstständige und Jungtiere im RG	3,8/100 km ²	

Das entstandene Bildmaterial zeigt 15 selbstständige Luchse (Tab. 2, Abb. 8). Darunter sind sechs führende Weibchen, zwei erwachsene Männchen, ein einjähriges Weibchen und sechs weitere Individuen, deren Alter und Geschlecht nicht mit ausreichender Sicherheit bestimmt werden konnte. Außerdem wurden bei den Weibchen 11 abhängige Jungluchse festgestellt sowie ein Jungtier, dem keine Mutter zugewiesen werden konnte.

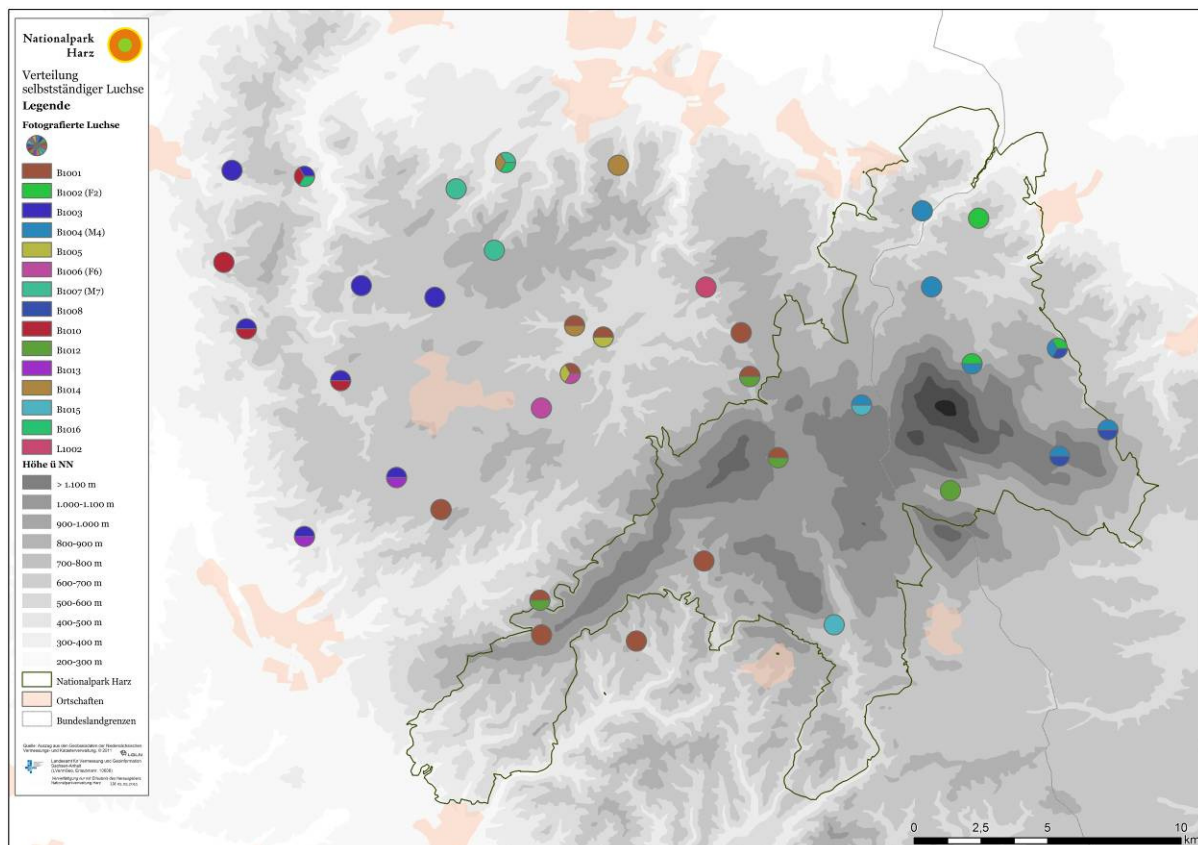


Abb. 8: Verteilung der 15 fotografierten selbstständigen Luchsindividuen während des Fotofallenmonitorings 2014/2015 (Grafik: Nationalpark Harz).

Unter den fotografierten Luchsen befinden sich alle Individuen, von denen vorher bekannt war, dass sie in der untersuchten Fläche vorhanden sein mussten: vier telemetrierte bzw. ehemals telemetrierte Luchse und ein Weibchen, das 2014 kurzzeitig eingefangen aber nicht besendert worden war. Wie weiter oben beschrieben, wurden auch die drei von Unbekannten freigelassenen Gehegetiere innerhalb von 14 Tagen an unterschiedlichen Fotofallenstandorten erfasst.

Die maximale Anzahl von Wiederfängen eines Luchses betrug 31. Hierbei handelt es sich um das telemetrierte Männchen B1004 (M4), das regelmäßig und besonders häufig den Fotofallenstandort 10 am Nationalpark-Luchsschauegehege frequentierte. Zwei weitere Individuen B1001 und B1003 waren ebenfalls mit auffallend vielen Wiederfängen (21 und 20) beteiligt. Bei beiden Tieren handelt es sich vermutlich um erwachsene Männchen. Die vorhandenen Bilder erlauben jedoch keine eindeutige Geschlechtsbestimmung.

3.5 Statistische Auswertung/ Abundanzschätzung

Für die statistische Auswertung wurde ein Abschnitt von einhundert Tagen gewählt innerhalb dem alle nachgewiesenen selbstständigen Luchse fotografiert werden konnten.

Der CLOSETEST nach OTIS ET AL. 1978 geht von einer geschlossenen Stichprobe aus (z -value= 0,24043, p -value= 0,59500).

Das Modul CAPTURE weist das Modell Mh als bestes Modell für die Auswertung der Stichprobe aus. Dieses nennt eine Mittlere Fangwahrscheinlichkeit der fotografierten Individuen von 0,24 und schätzt eine Anzahl von 16 Individuen (Konfidenzintervall: 16-23). Diese liegt nur um ein Individuum höher als die tatsächlich fotografierte Anzahl selbstständiger Individuen.

3.6 Dichteschätzung

Für das Referenzgebiet errechnet sich somit eine Dichte von 2,1 (2,1-3,1) selbstständigen Luchsen pro 100 Quadratkilometer (Tab. 2).

Es wurden außerdem 12 Jungtiere fotografiert. Bei sechs erfassten führenden Weibchen entspricht dies einer mittleren Geheckgröße von zwei Jungtieren. BREITENMOSE & BREITENMOSE- WÜRSTEN (2008) nennen nach der Kontrolle von 48 Luchsgehecken in der Schweiz eine darin festgestellte durchschnittliche Anzahl von zwei Jungtieren.

Berücksichtigt man zusätzlich zu den selbstständigen Luchsen die in dieser Studie fotografierten Jungtiere ergibt sich daraus ein Dichtewert von 3,8 (3,8-4,7) Luchsen pro 100 Quadratkilometer (Tab. 2).

4 Diskussion

Das verwendete Auswertungsverfahren entspricht der Vorgehensweise, die auch in der Schweiz zur Berechnung der Dichte der Luchspopulationen im Jura und in den Alpen Anwendung findet (ZIMMERMANN ET AL. 2007). Der Dichtewert der selbstständigen Individuen ist daher mit den Schweizer Daten vergleichbar. Er liegt höher als die in den Alpen gemessenen Dichtewerte, erreicht jedoch nicht die im Jura ermittelten Dichten von 2,52 oder 3,61 selbstständigen Individuen/100 Quadratkilometer (Tab. 3).

Die Gesamtfläche des Harzes beträgt rund 2.200 Quadratkilometer. Es ist diskutabel, ob im gesamten Mittelgebirge die gleichen Bedingungen herrschen und damit für die Gesamtfläche die gleichen Luchs-Dichtewerte angenommen werden können, wie im Referenzgebiet dieser Studie. Das Referenzgebiet entspricht rund einem Drittel der Harzfläche.

Hochgerechnet ergäbe sich aus den ermittelten Werten eine Anzahl von 46 selbstständigen Luchsen im gesamten Mittelgebirge bzw. 84 Individuen bei Berücksichtigung der Jungtiere.

Die im Ostharz vorhandene Muffelwildpopulation führt zu einem augenscheinlichen Unterschied in der Beutetierverfügbarkeit. Auch das deutlich mildere Relief mit den landwirtschaftlich genutzten Flächen im Osten des Mittelgebirges könnten Dichteunterschiede der Luchspopulation zur Folge haben. Wenn es gelänge, die im Land Sachsen-Anhalt existierenden datenschutzrechtlichen Bedenken gegen den wissenschaftlichen Einsatz von Fotofallen auszuräumen, wäre zu empfehlen, die Dichtewerte dieser Studie im Ostharz zu überprüfen und so die Gesamtqualität der Harzer Luchserhebung zu steigern.

Tab. 3: Vergleichswerte aus Schweizer Untersuchungen (KORA Bericht Nr. 65, Zimmermann et al. 2014). KI = Konfidenzintervall.

Komp.	Referenzgebiet	Winter	Dichte [Ind. pro 100 km ² geeignetem Habitat]	95% KI
I	Jura Süd	2011/12	3,61	1,93–5,28
I	Jura Mitte	2013/14	2,52	2,40–2,64
I	Jura Nord	2012/13	2,07	1,20–2,94
VI	Nordwestalpen	2013/14	2,05	1,50–2,60
III	Zentralschweiz West	2012/13	1,85	1,25–2,45
III	Zentralschweiz Mitte	2013/14	1,54	1,44–1,63
II	Nordostschweiz	2011/12	1,36	0,47–2,25
VII	Wallis Nord	2013/14	0,92	0,62–1,23

5 Literatur

- Anders, O. (2013) Luchsprojekt Harz, Projektbericht 2011-2013, Nationalparkverwaltung Harz.
- Breitenmoser, U. & Breitenmoser-Würsten, C. (2008) Der Luchs, ein Raubtier in der Kulturlandschaft, Salm Verlag, Wohlen/Bern.
- Dobrescu, B. (2012) Pilot study of intensive camera trapping of the lynx (*Lynx lynx*) in Nationalpark Harz. Scientific Report. St. Andreasberg, Nationalpark Harz, pp. 42.
- Fattebert, J. & Zimmermann, F. (2007) Tests de pièges photographiques: rapport technique. pp. 18. KORA.
- Hiby, A. R. & Jeffery, J. S. (1987) Census techniques for small populations, with special reference to the Mediterranean monk seal. Symposia of the Zoological Society of London, vol. 58, pp. 193-210.
- Jackson, R. M., J. D. Roe, Wangchuk, R. & Hunter, D. O. (2006) Estimating snow leopard population abundance using photography and capture–recapture techniques. Wildlife Society Bulletin, vol. 34, pp. 772–781.
- Karanth, K. U. & Nichols, J. D. (1998) Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. Ecology, vol. 79, pp. 2852–2862.
- Kelly, M.J. & Holub, E. L. (2008) Camera trapping of carnivores: trap success among camera types and across species, and habitat selection by species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia. Northeastern Naturalist, vol. 15, pp. 249-262.
- Kucera, T.E. & Barrett, R.H. (2011) A History of Camera Trapping. Published in Camera Traps in Animal Ecology, Springer Press, pp. 9-26.
- Lincoln, F.C. (1930) Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns, Cir. U.S. Department of Agriculture, vol. 118, pp. 1-4.
- Maffei, L., Cuéllar, E. & Noss, A. (2004) One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. Journal of Zoology, vol. 262, pp. 295–304.
- Ngoprasert D., Reed, D. H., Steinmetz, R. & Gale, G. A. (2012) Density estimation of Asian bears using photographic capture–recapture sampling based on chest marks, Ursus, vol. 23, iss. 2, pp. 117-133.
- Nicholas, K. S., A. R. Hiby, N. A. Audley & Melton, T. (1991) The design of camera housings and automatic triggering devices for use with the monk seal register. pp. 59-62, In: Establishment of a register of monk seal (*Monachus monachus*) within the European community. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique and the Sea Mammal Research Unit, Cambridge. 29 Rue Vautier B-1040 Brussels, Belgium.
- Nichols, J. D. & Karanth, K. U. (2002) Statistical concepts: estimating absolute densities of tigers using capture-recapture sampling. pp. 121-136, In: K. U., Karanth & Nichols, J. D. (editors). Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia. Centre for Wildlife Studies, Bangalore.
- Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White & Anderson, D. R. (1978) Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildlife Monographs, vol. 62, pp. 1-135.
- Pesenti, E. & Zimmermann, F. (2013) Density estimations of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the Swiss Alps. Journal of Mammalogy.
- Petersen, C. G. J. (1896) The yearly immigration of young plaice into the Limfjord from the German Sea. Report of the Danish Biological Station, vol. 262, pp. 5–84.
- Ryser A., Greter H., Zimmermann F., Britt R., Breitenmoser Ch. & Breitenmoser, U. (2012) Abundanz und Dichte des Luchses in der Nordostschweiz: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im K-II im Winter 2011/12. KORA Bericht Nr. 56, 16 pp.
- Silver, S. C., Ostro, L. E. T., Marsh, L. K., Maffei, L., Noss, A. J., Kelly, M. J., Wallace, R. B., Gómez, H. & Ayala, G. (2004) The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. Oryx, vol. 38, pp 148-154.

- Stanley, T. R. & Richards, J. D. (2004) CloseTest version 3.0, a program for testing capture-recapture data for closure. US Geological Survey, Fort Collins Science Center, Colorado, USA.
- Thüler, K. (2002) Spatial and temporal distribution of coat patterns of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in two re-introduced populations in Switzerland. KORA-Bericht, pp. 35. KORA, Muri.
- Trolle, M. & Kéry M. (2003) Ocelot density estimation in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy*, vol. 84, pp. 607-614.
- Trolle, M., Noss, A. J., Cordeiro, J. L. P. & Oliveira, L. F. B. (2008) Brazilian Tapir Density in the Pantanal: A Comparison of Systematic Camera-Trapping and Line-Transect Surveys. *Biotropica*, vol. 40, pp. 211-217.
- Weingarth, K., Bufka, L., Daniszova, K., Dr. Knauer, F., Dr. Sustr, P. & Dr. Heurich, M. (2011) Grenzüberschreitendes Fotofallenmonitoring – wie zählt man Luchse? Nationalpark Heft 7/2011.
- Weingarth, K., Heibl, C., Knauer, F., Zimmermann, F., Bufka, L. & Heurich, M. (2012a) First estimation of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) abundance and density using digital cameras and capture-recapture techniques in a German national park. *Animal Biodiversity and Conservation*, vol. 35, iss. 2, pp. 197-207.
- Weingarth, K., Zimmermann, F., Knauer, F. & Heurich, M. (2012b) Evaluation of six digital camera models for the use in capture-recapture sampling of Eurasian Lynx (*Lynx lynx*). *Forest Ecology, Landscape Research and Nature Protection*, pp. 13-3.
- Weingarth, K. (2015) Leitfaden für ein Fotofallenmonitoring zur Bestandsermittlung des Luchses im Harz (Sachsen-Anhalt). Bericht im Rahmen des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum (EPLR).
- Werdelin, L. & Olsson, L. (1997) How the leopard got its spots: a phylogenetics view of the evolution of felid coat patterns. *Biological Journal of the Linnean Society*, vol. 62, pp. 383-400.
- White, G. C. & Burnham, K. P. (1999) Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, vol. 46, pp. 120-138.
- Winarni, N., Carroll, J.P. & O'Brien, T.G. (2005) The application of camera traps to the study of Galliformes in southern Sumatra, Indonesia, pp. 109-121, In: Fuller, R.A. & Browne, S.J. (eds) (2005) Galliformes 2004. Proceedings of the 3rd International Galliformes Symposium. World Pheasant Association, Fordingbridge, UK.
- Wölfl, S., Schwaiger, M. & Sandrini, J. (2009) Luchs-Monitoring mittels Fotofallen im Bayerischen Wald. Wintereinsatz 2009. Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- Wölfl, S. & Schwaiger, M. (2010) Luchs-Monitoring mittels Fotofallen im Bayerischen Wald. Wintereinsatz 2010. Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- Zielinski, W.J., Kucera, T. E. & Barrett, R. H. (1995) The current distribution of fishers (*martes pennanti*) in California. *California Fish and Game*, vol. 81, pp. 104-112.
- Zimmermann F., Fattebert J., Breitenmoser-Würsten Ch. & Breitenmoser U. (2007) Abundanz und Dichte des Luchses: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im nördlichen Schweizer Jura. KORA Bericht Nr. 37 d, 24 pp.
- Zimmermann, F., Breitenmoser-Würsten, C., Molinari-Jobin, A. & Breitenmoser, U. (2013) Optimizing the size of the area surveyed for monitoring a Eurasian lynx (*Lynx lynx Linnaeus, 1758*) population in the Swiss Alps by means of photographic capture-recapture. *Integrative Zoology*.
- Zimmermann, F., Dirac, C., Breitenmoser, U. (2010) Fotofallen-Einsatz im Aufsichtsgebiet von Erich Peissard im Kanton Freiburg im Winter 2009/2010. KORA-Bericht Nr. 52a.
- Zimmermann F., Dulex N., Foresti D., Breitenmoser-Würsten Ch. & Breitenmoser U. (2014) Abundanz und Dichte des Luchses im Wallis Nord: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im K-VII im Winter 2013/14. KORA Bericht Nr. 65, 15 pp.