

Abundanz und Dichte des Luchses im östlichen Harz

Fotofallenmonitoring 2017

incl. einer Schätzung von Abundanz und Dichte im gesamten Harz



Nationalpark
Harz



Abundanz und Dichte des Luchses im östlichen Harz

Fotofallenmonitoring 2017

incl. einer Schätzung von Abundanz und Dichte im gesamten Harz

Mai 2018

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. (2018) Abundanz und Dichte des Luchses im östlichen Harz. Fotofallenmonitoring 2017, 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 dem 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	3
1 Einleitung	4
1.1 Das Referenzgebiet	5
2 Material und Methoden	6
2.1 Fotofallenmodelle	6
2.2 Die Auswahl der Fotofallenstandorte	7
2.3 Standortaufbau	7
2.4 Untersuchungszeitraum	8
2.5 Kontrolldurchgänge	9
2.6 Status- und Alterskategorisierung von Luchsen auf Fotofallenbildern	9
2.7 Abgleich der Luchsbilder	9
2.8 Luchs-Fotoereignisse	10
2.9 Abundanzschätzung	10
2.10 Dichteschätzung	11
3 Ergebnisse	11
3.1 Kamerakontrollen	11
3.2 Anzahl der Fallennächte	12
3.3 Erfolgreiche Standorte	12
3.4 Bildanzahlen und Luchs-Fotoereignisse	12
3.5 Ergebnisse der Bildauswertung/Minimale Luchs-Anzahl	13
3.6 Statistische Auswertung/Abundanzschätzung	14
3.7 Dichteschätzung	15
3.8 Dichteschätzung im Gesamtharz	16
3.9 Gesamtanzahl an nachgewiesenen Luchsindividuen im Harz 2014-2017	16
4 Diskussion	16
Literatur	18
Anhang	21

Danksagung

Wir bedanken uns bei der Oberen Jagdbehörde des Landes Sachsen-Anhalt, als Auftraggeberin dieser Studie – namentlich bei Herrn Ulrich Mette für die sehr gute und unkomplizierte Zusammenarbeit. Weiterhin bedanken wir uns bei der Leitung, den Revierförstern und allen anderen Mitarbeitern der Forstbetriebe Oberharz, Ostharz und Süd, bei der Oldershausen Holz- und Forstservice GmbH, der Stiftung Umwelt, Natur- und Klimaschutz des Landes Sachsen-Anhalt (SUNK) sowie den Privatwaldbesitzern Herrn Köhler und Herrn Busche 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.

Unsere Praktikantinnen, Jessica Bardey und Kerstin Krahwinkel leisteten viel unbezahlte Arbeit beim Aufbau und bei der Kontrolle der Kameras. Es ist vor allem ihr Verdienst, dass es im gesamten Untersuchungszeitraum kaum einen Kamerastandort gab, der einmal nicht funktionierte.

In den vergangenen Jahren haben eine ganze Reihe von Kollegen stets hilfsbereit unsere Fragen beantwortet, uns beim Kampf mit der EDV unterstützt und technische Details geklärt. Unser Dank hierfür geht an: Dr. Cornelia Ebert und Ditmar Huckschlag (Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft, Rheinland-Pfalz), Julian Sandrini, Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz, Dr. Fridolin Zimmermann (KORA, Schweiz) sowie Kirsten Weingarth (Habitat - Wildlife Services, Österreich).

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.

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 jedoch 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. (2008) 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 werden 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. (2006) 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 Luchspopulationen. In Deutschland werden Luchse im Bayerischen Wald mithilfe eines systematischen Fotofallenmonitorings erfasst (WÖLFL et al. 2009; WÖLFL & SCHWAIGER 2010; 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 (NLPV) 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.

Um den Zustand der Luchspopulation im Harz zu erfassen, traf die NLPV die Entscheidung, ein systematisches Fotofallenmonitoring zu etablieren. Im Jahr 2010 wurde erstmals eine größere Anzahl geeigneter Kameras im Rahmen des Förderprojektes „Wilde Katzen am Grünen Band“ (Natur erleben in Niedersachsen/EFRE) angeschafft.

2012 begann auf kleiner Fläche eine Pilotstudie zur systematischen Erfassung des Luchses mit Fotofallen (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 erste Durchgang eines systematischen Fotofallenmonitorings fand schließlich im Herbst und Winter 2014/2015 statt (ANDERS & MIDDELHOFF 2016A) und es folgte ein zweiter und dritter in der Saison 2015/2016 (ANDERS & MIDDELHOFF 2016B) und 2016/2017 (MIDDELHOFF & ANDERS 2017). Der vorliegende Bericht behandelt die vierte Untersuchung in dieser Reihe. Während die Studien 2014/2015 und

2015/2016 in einem nahezu identischen Untersuchungsgebiet im westlichen Harz stattfanden, wurde die untersuchte Fläche 2016/2017 in den mittleren Harz verschoben. Die hier beschriebene Untersuchung fand im östlichsten Harzteil statt.

Tab. 1: Ergebnisse der vorangegangenen Fotofallenstudien im Harz

	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Flächengröße Unter-suchungsgebiet (UG)	746 km ²	741 km ²	779 km ²
Anzahl selbständiger Luchse im UG	16 (16-23)	17 (16-31)	19 (19-21)
Anzahl Jungtiere im UG	12	11	11
Anzahl Selbständige und Jungtiere im UG	28	28	30
Dichte selbständiger Luchse im UG	2,1/100 km ²	2,3/100 km ²	2,4/100 km ²
Dichte Selbständige und Jungtiere im UG	3,8/100 km ²	3,8/100 km ²	3,9/100km ²

1. 1 Das Referenzgebiet

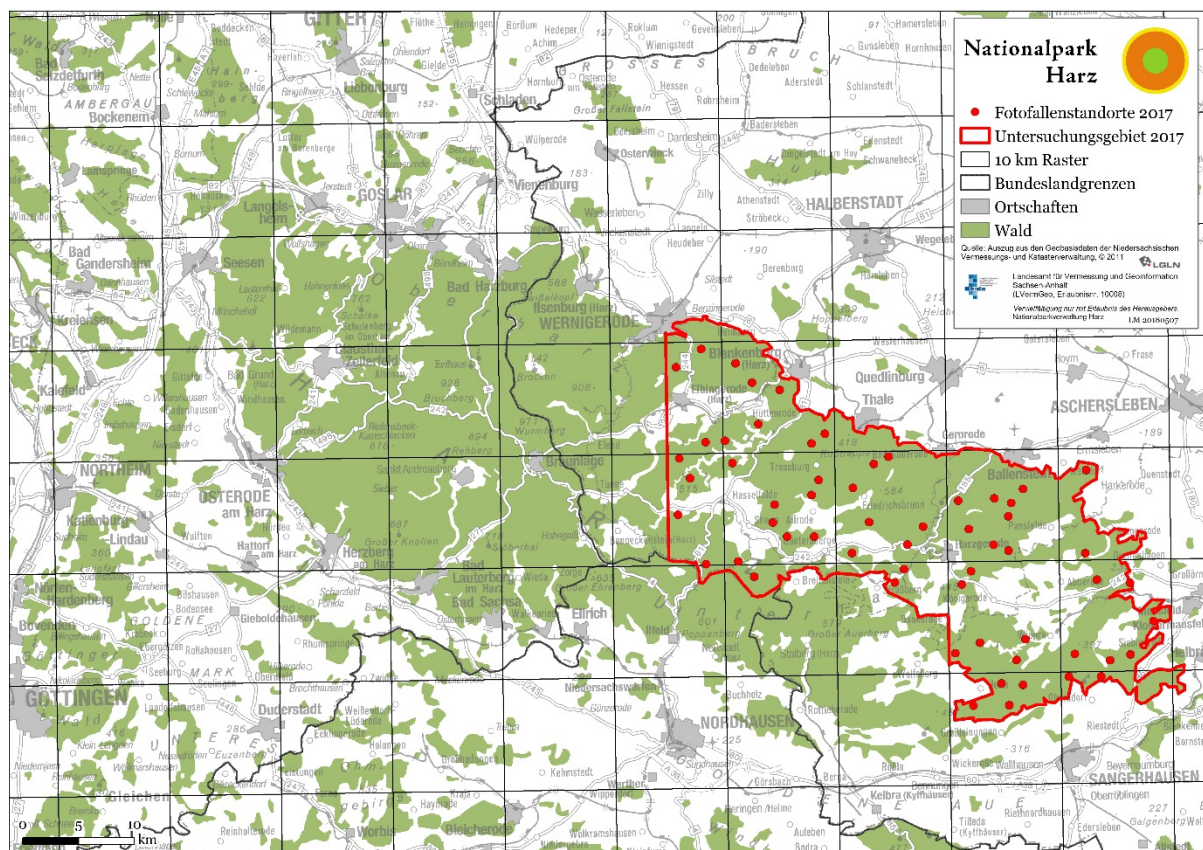


Abb. 1: Karte des 780 km² großen Referenzgebietes dieser Studie mit 60 Fotofallenstandorten (Grafik: Nationalpark Harz).

Der größte Teil des Harzgebietes liegt im Bundesland Sachsen-Anhalt (ST). Eine ebenfalls bedeutende Fläche des Mittelgebirges gehört zu Niedersachsen (NI) und ein kleiner Teil befindet sich in Thüringen (TH). Das Referenzgebiet dieser Studie umfasst 780 km² und liegt ausschließlich im Land Sachsen-Anhalt (Abb. 1). Der Großteil des Referenzgebietes befindet sich innerhalb der Flächen der sachsen-anhaltinischen Forstbetriebe Oberharz, Ostharz und Süd. Der andere Teil des Referenzgebietes liegt aufgeteilt auf Flächen der Stiftung Umwelt, Natur- und Klimaschutz des Landes Sachsen-Anhalt (SUNK) und den Privatwaldflächen der

Herren Köhler und Busche sowie weiteren Flächenbesitzern, die durch die Oldershausen Holz- und Forstservice GmbH betreut werden. Im Norden und Osten begrenzt die Waldkante des Harzes das Referenzgebiet. Wo dies nicht der Fall ist, wurden die Kanten von Rasterquadranten oder halben Rasterquadranten des EU-Reference-Grids (vergl. 2.2), Waldinnenränder bzw. die thüringische Landesgrenze zur Abgrenzung des Referenzgebietes verwendet.

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. 2012b, KELLY & HOLUB 2008) sowie eigene Versuche haben ergeben, dass nur sehr wenige Kameramodelle 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 (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) auf Grund ihrer technischen Eigenschaften für den Monitoring Einsatz an und wurden im Rahmen dieser Studie verwendet.



Abb. 2: Die Fotofallenmodelle von links nach rechts: Cuddeback Capture™, Cuddeback Attack™ und Cuddeback C1™ (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 (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). 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*TM (Green Bay, Wisconsin, USA)

Die *Cuddeback Attack*TM ist das Nachfolgemodell der *Capture*TM (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Auslösegeschwindigkeit der Kamera verbesserte sich auf 0,2 Sekunden. Die Reichweite des Bewegungsmelders beträgt ca. 15 Meter. Der Xenon-Röhren-Blitz (Xenon Strobe Flash) erhöht die Blitzstärke gegenüber dem Modell *Capture*TM und damit die Blitzreichweite auf ca. 30 m. Nach einer Auslösung kann in einem Abstand von mindestens 3-5 Sekunden (bzw. ca. 45-60 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 halbdurchsichtiger Klebefolie bedeckt.

*Cuddeback C1*TM (Green Bay, Wisconsin, USA)

Das Modell *Cuddeback C1*TM folgt der *Cuddeback Attack*TM nach. Die Auslösegeschwindigkeit der Kamera beträgt wie beim Vorgängermodell 0,2 Sekunden. Die Reichweite des Bewegungsmelders beträgt ca. 25 m, die des Blitzes ca. 15 m. Anders als die Vorgängermodelle arbeitet die *C1* mit 8 AA-Batterien. Die Kamera hat ein deutlich geringeres Volumen als *Capture* und *Attack*.

2.2 Die Auswahl der Fotofallenstandorte

Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Fotofallenstandorte zu erreichen, wurde das Referenzgebiet durch ein 5 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 km² großen Rasterzellen erfolgt bundesweit einheitlich die jährliche Definition des Vorkommensgebietes des Eurasischen Luchses.

Im Referenzgebiet der Fotofallenstudie wurden pro Rasterquadrat (25 km²) möglichst zwei Fotofallenstandorte ausgewählt (vgl. Abb. 1). 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. Außerdem wurden Hinweise von ortskundigen Personen (Jäger, Förster etc.) berücksichtigt.

2.3 Standortaufbau



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

An jedem Standort erfolgte beiderseits eines Weges oder einer Rückegasse etc. der Aufbau 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, durch den Blitz, beeinträchtigen (Abb. 4). Die Kameras wurden daher in einer Höhe von ca. 30-40 Zentimetern über dem Erdboden leicht versetzt zueinander angebracht.

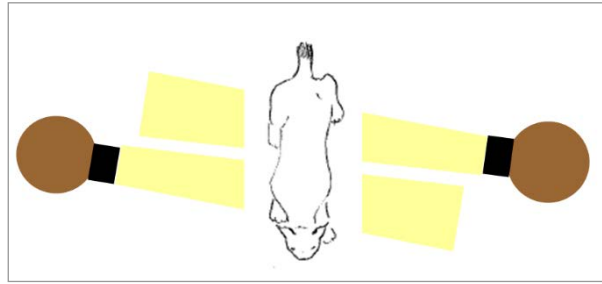


Abb. 4: Versetzte Ausrichtung der zwei sich gegenüberstehenden Kameras (Grafik: L. Middelhoff).

Metallgehäuse schützten die Geräte vor Witterungseinflüssen und Vandalismus (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Zusätzlich wurden die Geräte mittels Ketten und Bügelschlössern an Bäumen und Pfosten befestigt und so gegen Diebstahl gesichert. Beiderseits eines Kamerastandes wiesen Schilder Wanderer und andere Waldbesucher auf die Geräte hin (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Ein zusätzliches Dach schützte die Geräte vor allem bei Schneefall (Abb. 5).



Abb. 5: Dächer, die die Fotofallen vor Schnee schützen (Bildquelle: Nationalpark Harz).

2.4 Untersuchungszeitraum

Tab. 2: Untersuchungszeitraum des Fotofallenmonitorings Harz 2017.

	Zeitraum
Auswahl einzelner Standorte	Mai & Juni 2017
Aufbau	09.08.2017-02.09.2017
Abbau	18.12.2017-21.12.2017

Der Gesamtuntersuchungszeitraum erstreckt sich damit über viereinhalb Monate (Tab. 2). Zwischen dem 02.09.2017 und dem 18.12.2017 waren sämtliche Kamerastandorte (100 %) aufgebaut und aktiv. Statistisch ausgewertet wurde ein 100-tägiger Zeitraum zwischen dem 02.09.2017 und dem 10.12.2017.

2.5 Kontrolldurchgänge

Im Untersuchungszeitraum erfolgten acht Kontrollen aller Kameras. Dabei wurde jede Kamera im Abstand von etwa 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 Sozialer Status- und Alterskategorisierung von Luchsen auf Fotofallenbildern (nach ZIMMERMANN 2007)

Unabhängige/selbständige Luchse:

Luchse, die nicht mehr der Mutter folgen. Die Trennung vom Muttertier findet ca. 10 Monate nach der Geburt statt und ist meist Ende April vollzogen. Selbständige Luchse lassen sich in die folgenden beiden Gruppen aufteilen:

- **Adulte, standortstreu** Tiere: Mindestens zweijährigen Tiere. Sofern es sich nicht um führende Weibchen handelt kann das Mindestalter eines Luchses z.B. durch letztjährige Fotos bestimmt werden. Auch ein zurückliegender Fang des Tieres kann entsprechende Informationen liefern.
- **Subadulte** Tiere: einjährige Tiere (Jährlinge). Eine Altersbestimmung ist möglich, wenn der Luchs im Vorjahr als abhängiges Jungtier fotografiert oder gefangen wurde.

Abhängige Luchse/Jungtiere:

- Jungtiere von der Geburt bis zum 30. April des Folgejahres.

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 vielen Populationen sehr häufig, kommt im Harz jedoch so gut wie gar nicht vor (Abb. 6). Diese Tatsache erschwert die Individualisierung von Luchsen.



Abb. 6: Vergleich der Fellzeichnung eines Harzer Luchses mit geringer Fleckung (links, Bildquelle: Nationalpark Harz) und eines Schweizer Luchses mit großen Flecken (rechts, Bildquelle: RYSER ET AL. 2012).

Dennoch liefert die Fleckenzeichnung eines Harzluchses 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 bis drei Bereiche im Fellmuster des Tieres identisch sein (Abb. 7). Die Unterscheidung erfolgt, indem auf Vergleichsfotos die Kategorie des Fellmusters, die Größe der vorhandenen Flecken und deren relative Position zueinander verglichen werden. Die Fleckenzeichnung 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 nur selten eindeutig bestimmt werden, es sei denn, es werden weibliche Tiere mitsamt dem Nachwuchs abgelichtet. Im Laufe eines Monitoringdurchgangs entstehen aber auch gelegentlich dorsale Fotos, die eine Geschlechtsbestimmung erlauben. Nach der eindeutigen Individualisierung eines Tieres wird eine Identifikationsnummer vergeben (eine nähere Erläuterung dazu findet sich im Katalog der fotografierten Luchse).



Abb. 7: Foto-Identifikation des Harzer Luchses B1023m durch Vergleich der Fleckenzeichnung auf Fotofallenbildern im Sommer (links) und im Winter (rechts) (Bildquellen: Nationalpark Harz).

2.8 Luchs-Fotoereignisse

Wenn ein Luchs einen Kamerastandort passiert, können dabei abhängig von der Laufgeschwindigkeit des Tieres die Kameras mitunter mehrfach auslösen. Alle Luchsfotos, die innerhalb eines fortlaufenden Zeitraumes von fünf Minuten an demselben Fotofallenstandort entstehen, werden daher zu einem „Fotoereignis“ zusammengefasst.

2.9 Abundanzschätzung

Das sogenannte „Fang-Wiederfang-Prinzip“ wurde zum ersten Mal im Jahr 1662 angewendet um die Bevölkerung von London zu schätzen. Die Arbeiten von PETERSEN (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. Die Voraussetzung für die Gültigkeit dieser Grundformel ist, dass die Fangwahrscheinlichkeit aller Individuen gleich hoch ist. Moderne Fang-Wiederfang-Modelle basieren nach wie vor auf derselben Grundformel, sie berücksichtigen aber, dass die Fangwahrscheinlichkeit der einzelnen Tiere sowohl zeitlich als auch individuell variieren kann.

Bei der Auswertung von Fotofallendaten findet das oben genannte Grundprinzip in einer weiterentwickelten Form Anwendung. Es finden dabei zeitlich definierte Fangzeiträume in steter Folge statt. Jeder Fangzeitraum umfasst in der vorliegenden Studie fünf Tage (Pentade). Bei 100 durchgeführten Überwachungstagen unterteilen sich diese in 20 Pentaden. Alle in diesem Zeitraum entstandenen Luchsfotos sind in einem Fangkalender chronologisch verzeichnet worden. Innerhalb der Fangzeiträume wurde für jedes in der Gesamtstichprobe vorhandene selbständige Individuum vermerkt, ob es fotografiert wurde („1“) oder nicht („0“). Fotografierte Jungtiere, die durch Fotos sicher einem bekannten Weibchen zugeordnet werden könnten, wurden dabei als Fang der Mutter behandelt. Die Analyse der aus dem Fangkalender erzeugten Matrix erfolgte mit dem Modul CAPTURE im EDV-Programm MARK (WHITE & BURNHAM 1999). Das Modul CAPTURE wählt aus acht möglichen Modellen das geeignetste aus. 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 die Tests nach OTIS et al. (1978) und nach STANLEY & BURNHAM (1999) durchgeführt. Bei einem p-Wert $\geq 0,05$ wird von einer geschlossenen Population ausgegangen.

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).

2.10 Dichteschätzung

Die Dichte der selbständigen 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 sich diese in Abhängigkeit von Ihrer Mutter durch deren Streifgebiet bewegen. Zudem werden beim Durchlaufen eines Fotofallenstandortes selten alle Individuen einer solchen Familiengruppe abgelichtet. Jungtierfotos werden daher zunächst als Detektionen des Muttertieres behandelt. Die tatsächliche Anzahl der fotografierten Jungtiere geht schließlich in die Berechnung eines Dichtewertes für alle Luchs-Individuen ein.

Zur Berechnung einer Luchs-Dichte für den gesamten Harz wurde ein einfacher Mittelwert aus den Ergebnissen der Studien von 2015/2016 und 2016/2017 und dem Ergebnis der hier vorliegenden Untersuchung gebildet.

3 Ergebnisse

3.1 Kamerakontrollen

Über einen Zeitraum von 25 Tagen zwischen dem 09.08.2017 und dem 02.09.2017 fand der Aufbau der insgesamt 60 Fotofallenstandorte statt (Tab. 3). Alle Standorte wurden in der Folge acht Mal im Abstand von ca. 14 Tagen aufgesucht, um die Funktionstüchtigkeit der Kameras zu kontrollieren und die Bilder zu sichern. Im Zuge der letzten Kontrolle erfolgte der Abbau der Kamerastandorte.

Tab. 3: Aufbau-, Abbau und KOn trollzeiträume

Kontrollzeitraum	Tätigkeit
09.08.2017-02.09.2017	Für den Aufbau aller 60 Standorte benötigter Zeitraum
28.08.2017-06.09.2017	1. Kontrolle aller 60 Standorte
11.09.2017-22.09.2017	2. Kontrolle aller 60 Standorte
27.09.2017-04.10.2017	3. Kontrolle aller 60 Standorte
09.10.2017-16.10.2017	4. Kontrolle aller 60 Standorte
23.10.2017-27.10.2017	5. Kontrolle aller 60 Standorte
06.11.2017-14.11.2017	6. Kontrolle aller 60 Standorte
20.11.2017-28.11.2017	7. Kontrolle aller 60 Standorte
18.12.2017-21.12.2017	8. Kontrolle & Abbau aller 60 Standorte

3.2 Anzahl der Fallennächte

In den gesamten Untersuchungszeitraum fallen 7.137 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. 5.847 Fallennächte waren innerhalb der 100 Tage effektiv. Die Differenz ergibt 153 Fallennächte, die aufgrund defekter Geräte oder durch den Diebstahl von Kameras ausfielen. Dies entspricht einem Prozentanteil von 2,55.

3.3 Erfolgreiche Standorte

An 50 (83 %) der insgesamt 60 Fotofallenstandorte entstanden im gesamten Aufbauzeitraum Luchsbilder. An 56 Standorten gelangen in dieser Zeit Wildkatzenbilder (augenscheinliche Bestimmung) und an 46 Standorten entstanden Fotos von beiden Arten (siehe auch Tab. A1 im Anhang).

Während des statistisch ausgewerteten Zeitraums von 100 Tagen konnten an 48 Standorten (80 %) Luchsaufnahmen gemacht werden.

3.4 Bildanzahlen und Luchs-Fotoereignisse

Es entstanden im gesamten Untersuchungszeitraum insgesamt 8.131 Tierbilder (Abb. 8). 455 der Fotos zeigten Luchse. Die 455 Luchsbilder können zu 222 Ereignissen zusammengefasst werden. Die Qualität von zehn (2,2 %) dieser Bilder (sieben Fotoereignisse) reichte nicht aus, um eine Individualisierung der abgebildeten Luchse vorzunehmen. Im statistisch ausgewerteten Zeitraum von 100 Tagen entstanden 375 Luchsbilder, die sich auf 182 Fangereignisse verteilten. Außerdem entstanden während des gesamten Untersuchungszeitraums 756 Wildkatzenbilder (augenscheinliche Bestimmung). Insgesamt wurden 26 Tierarten durch das Fotofallenmonitoring erfasst.

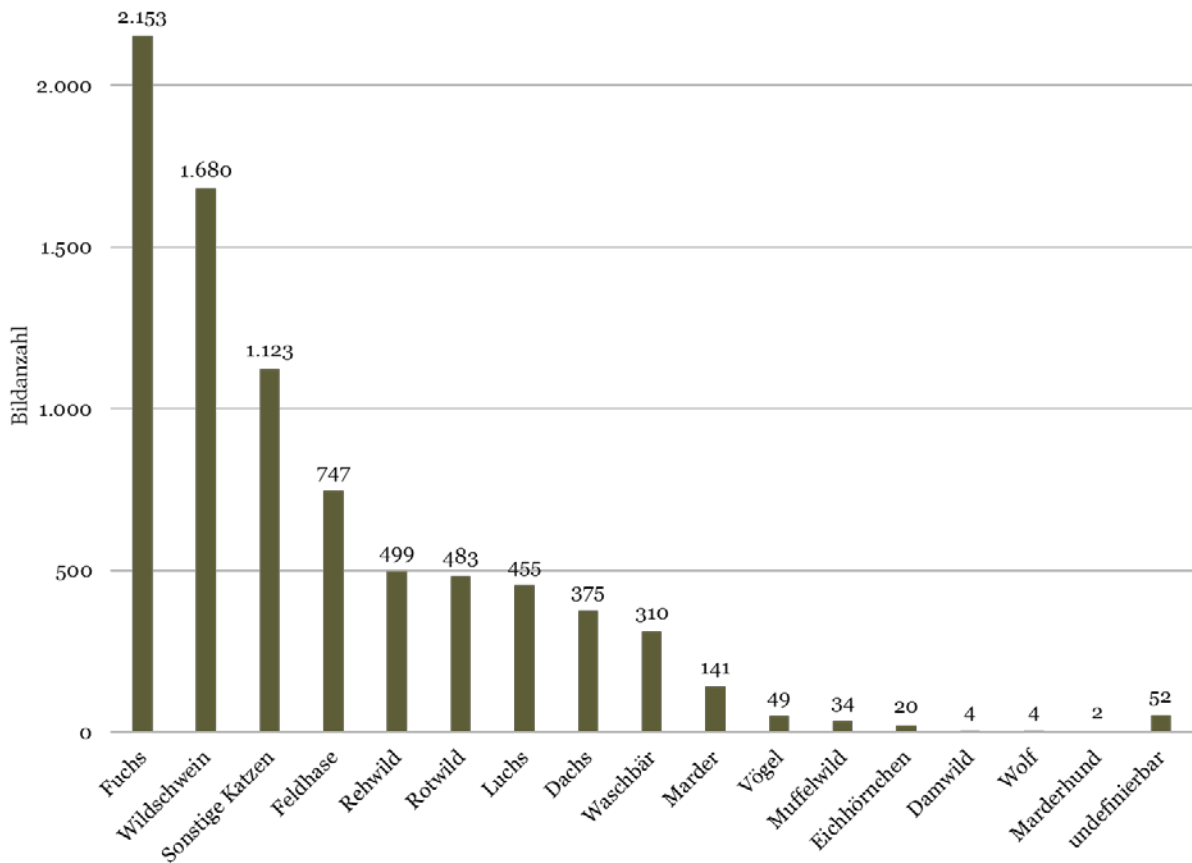


Abb. 8: Anzahl der Fotos (Gesamtzahl 8.131 Tierfotos) der fotografierten Tierarten (Gesamtzahl 26 Tierarten). Unter den Bildern der sonstigen Katzen befinden sich 309 eindeutige Hauskatzenbilder, 756 Bilder zeigen nach augenscheinlicher Artbestimmung Wildkatzen. 58 Katzenbilder lassen sich keiner der beiden Gruppen zuordnen. (Grafik: Nationalpark Harz)

*Kohlmeise, Eichelhäher, Waldkauz, Drossel, Waldschnepfe, Ringeltaube, Mäusebussard, Blaumeise

3.5 Ergebnisse der Bildauswertung/Minimale Luchs-Anzahl

Das entstandene Bildmaterial zeigt 23 selbständige Luchse (Tab. 4, Abb. 9). Darunter sind sechs führende Weibchen, neun erwachsene Männchen und acht weitere selbständige Individuen, deren Alter und Geschlecht nicht mit ausreichender Sicherheit bestimmt werden konnte. Außerdem wurden bei den Weibchen 13 abhängige Jungluchse festgestellt.

Die Gesamtzahl an Wiederfängen (d.h. wiederholtes Fotografieren) beträgt 188. Die maximale Anzahl von Wiederfängen eines einzelnen Luchses betrug 32. Hierbei handelt es sich um das territoriale Luchsmännchen B1049m. Ein weiteres selbständiges und territoriales Luchsmännchen (B1041m) erreichte mit 24 Wiederfängen den zweithöchsten Wert. 18 der 23 Tiere lösten mindestens drei unterschiedliche Fotoereignisse aus.

Von den 23 in diesem vierten Monitoringdurchgang fotografierten selbständigen Luchsen sind 18 (acht Männchen, vier führende Weibchen und sechs selbständige Luchse unbekanntes Geschlechts) aus mindestens einem der vorigen drei Durchgänge im Jahr 2014, 2015 und 2016 bekannt. Fünf der acht bekannten Luchsmännchen (B1023m, B1041m, B1044m, B1045m und B1049m) sind sicher territorial (Tab. 4). Bei allen sechs führenden Luchsweibchen ist ebenfalls davon auszugehen, dass sie territorial sind. Unter den aus den Vorjahren bekannten Luchsen befinden sich vier subadulte Luchse (B1011m, B1050x, B1051x und B1052x), die als Jungtiere im Jahr 2016 von drei verschiedenen Luchsweibchen (B1042w, B1008w und B1012w) geführt wurden. B1011m wurde am 18.10.2018 bei Thale gefangen und mit einem Halsbandsender ausgestattet. Dieses junge Luchsmännchen wurde nur einmal zuvor auf den Fotofallen nachgewiesen und verließ nach der Besenderung den Harz Richtung Norden. Zwei weitere

inzwischen adulte und territoriale Luchse sind Jungtiere aus den Jahren 2014 (B1023m, Mutter: B1002w) und 2015 (B1026m, Mutter: B1013w). Die genannten Luchsweibchen B1012w, B1002w und B1013w haben ihre Streifgebiete im westlichen und mittleren Harz und wurden dementsprechend nicht im aktuellen Fotofallenmonitoringdurchgang im östlichen Harz nachgewiesen.

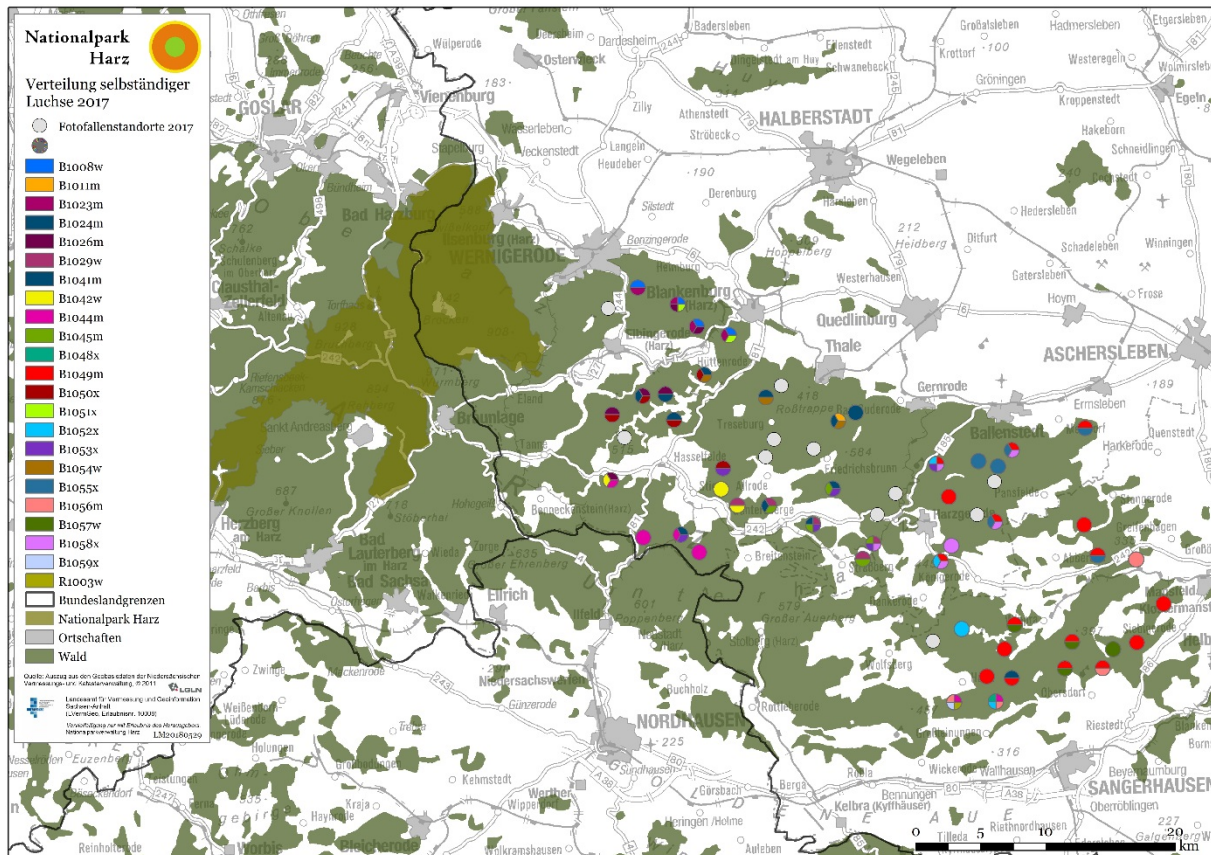


Abb. 9: Verteilung der 23 fotografierten selbständigen Luchsindividuen während des Fotofallenmonitorings 2017 (Grafik: Nationalpark Harz).

Das Luchsweibchen B1008w und das Luchsmännchen B1023m sind die einzigen Luchsindividuen, die in allen vier Fotofallenmonitoringdurchgängen seit 2014 nachgewiesen wurden. Beide besetzen Streifgebiete im mittleren Harz, die mit jedem der vier Referenzgebiete eine Überschneidung haben. Der Luchs B1024m ist nach einem Jahr des Nichtnachweises in diesem Durchgang im südöstlichsten Teil des Harzes wieder aufgetaucht. Der Erstnachweis erfolgte 2015 bei St. Andreasberg.

Fünf der 23 selbständigen Luchse, zwei führende Luchsweibchen, ein männlicher Luchs und zwei Luchse unbekanntes Geschlechts, sind erstmals identifizierte Luchsindividuen (B1056m, B1047w, B1058x, B1059x und R1003w).

3.6 Statistische Auswertung/Abundanzschätzung

Der CLOSETEST nach OTIS et al. 1978 geht für den ausgewählten Zeitraum von 100 Tagen von einer geschlossenen Stichprobe aus: p-value = 0,76. Das Ergebnis des Tests nach STANLEY & BURNHAM erfüllt ebenfalls die Kriterien für eine geschlossene Population (p-value= 0,91).

Das Modul CAPTURE des EDV-Programms MARK schätzt eine Anzahl von 23 Individuen (Konfidenzintervall: 23-44, Standardfehler: 3,47, Wiederfangwahrscheinlichkeit: 0,27). Diese Schätzung entspricht der Anzahl der im Gesamtuntersuchungszeitraum (August bis Dezember 2017) tatsächlich fotografierten selbständigen Individuen.

Tab. 4: Daten aller im Fotofallenmonitoringdurchgang 2017 nachgewiesenen selbständigen Luchse (von der Mutter unabhängige Tiere). Beidseitig in ausreichender Qualität fotografierte Tiere erhalten eine laufende B-Nummer. Tiere, mit nur einer dokumentierten Körperseite, werden mit einer laufenden R- bzw. L-Nummer („R“ für die rechte, bzw. „L“ für die linke Flanke) bezeichnet. Das Geschlecht der Luchse war nicht in jedem Fall erkennbar. Es wird außerdem angegeben, an wie vielen unterschiedlichen Standorten jeder Luchs erfasst wurde. Jedes weitere nach der Ersterfassung des Individuums von diesem Tier entstandene Bild wird als Wiederfang bezeichnet. Bei den führenden Weibchen ist die Anzahl der fotografierten Jungtiere angegeben.

ID	Geschlecht	Status	Anzahl Standorte	Anzahl Bilder	Wiederfänge	Anzahl Jungtiere
B1008w	w	territorial	4	16	4	2
B1011m	m	dismigrierend	1	2	0	
B1023m	m	territorial	4	31	18	
B1024m	m	?	1	1	0	
B1026m	m		6	22	10	
B1029w	w	territorial	5	47	13	4
B1041m	m	territorial	11	49	24	
B1042w	w	territorial	3	6	2	1
B1044m	m	territorial	6	35	17	
B1045m	m	territorial	5	27	14	
B1048x	?	?	1	2	0	
B1049m	m	territorial	17	57	32	
B1050x	?	?	5	11	5	
B1051x	?	?	2	17	5	
B1052x	?	?	4	13	5	
B1053x	?	?	6	20	9	
B1054w	w	territorial	3	11	4	1
B1055x	?		6	19	10	
B1056m	m	?	4	13	6	
B1057w	w	territorial	4	19	4	2
B1058x	?	?	6	10	6	
B1059x	?	?	1	2	0	
R1003w	w	territorial	1	9	0	3

3.7 Dichteschätzung

Für das Referenzgebiet mit 780 km² errechnet sich bei 23 nachgewiesenen selbständigen Luchsindividuen somit eine Dichte von 2,9 selbständigen Luchsen pro 100 km² (Tab. 5).

Es wurden außerdem 13 Jungtiere fotografiert, die den sechs erfassten führenden Weibchen zugeordnet werden konnten. Dies entspricht einer mittleren Geheckgröße von 2,2 Jungtieren. BREITENMOSER & BREITENMOSER-WÜRSTEN (2008) nennen nach der Kontrolle von 48 Luchsgehecken in der Schweiz eine darin festgestellte durchschnittliche Anzahl von zwei Jungtieren (vergl. ANDERS et al. 2016c).

Berücksichtigt man zusätzlich zu den selbständigen Luchsen die in dieser Studie fotografierten Jungtiere, ergibt sich daraus ein Dichtewert von 4,6 Luchsen pro 100 km² (Tab. 5).

Tab. 5: Ergebnisse der Abundanz- und Dichteschätzungen.

Berechnungen	Ergebnisse	Erläuterung
Größe Referenzgebiet (RG)	780 km ²	Abgrenzung durch Außenkante des Harzwaldes und EU-Referenzraster
Anzahl selbständiger Luchse im RG	23	CAPTURE (Modul in MARK)
Anzahl Jungtiere im RG	13	Absolute Zahl fotografierter Jungtiere
Anzahl Selbständige und Jungtiere im RG	36	
Dichte selbständiger Luchse im RG	2,9/100 km ²	
Dichte Selbständige und Jungtiere im RG	4,6/100 km ²	

3.8 Dichteschätzung im Gesamtharz

Wie im Kapitel 1 dargestellt, liegen mit dem Abschluss dieser Studie nun Abundanz und Dichtewerte aus dem westlichen, dem mittleren und dem östlichen Harz vor. Der Mittelwert der Studien von 2015/2016 und 2016/2017 sowie der hier vorliegenden Untersuchung beträgt 2,5 selbständige Luchse/100 km² bzw. 4,1 Luchsindividuen/100 km² incl. der abhängigen Jungtiere.

$$(2,3 + 2,4 + 2,9) : 3 = 2,5 \text{ selbständige Luchse/100 km}^2$$

$$(3,8 + 3,9 + 4,6) : 3 = 4,1 \text{ Luchse (incl. Jungtiere)/100 km}^2$$

Daraus wiederum lässt sich eine Gesamtzahl von 55 selbständigen Luchsen und 35 abhängigen Jungtieren also insgesamt 90 Luchsen ableiten, die innerhalb der Grenzen des 2.200 km² großen Harzer Mittelgebirges leben.

Es handelt sich dabei um eine Schätzung, die eine valide Größenordnung angibt, nicht aber den Anspruch erhebt, die Anzahl der im Harz lebenden Luchsindividuen exakt zu bestimmen.

3.9 Gesamtanzahl im Harz nachgewiesenen Luchsindividuen 2014-2017

Innerhalb der Harzfläche wurden während der vier Fotofallenmonitoringdurchgänge in den Jahren 2014 bis 2017 insgesamt 47 verschiedene selbständige Luchse (17 m, 15 w, 15 n.b.) individuell nachgewiesen (Anhang Tab. A 6). Von diesen 47 selbständigen Luchsen konnten mittels dem hier beschriebenen systematischem Fotofallenmonitoring, dem opportunistischen Einsatz von Fotofallen (z.B. mit Fotofallen an Luchsbeuterissen) sowie anhand genetischer Analysen innerhalb des Kalenderjahres 2014 17, 2015 18 und in den Jahren 2016 und 2017 jeweils 34 Luchse nachgewiesen werden. Zwölf der 47 Tiere konnten mittels der verschiedenen Nachweismethoden in jedem der vier genannten Jahre nachgewiesen werden. Es handelt sich bei diesen um territoriale Luchse.

4 Diskussion

Das Referenzgebiet für den hier beschriebenen Fotofallenmonitoringdurchgang liegt im äußeren Osten des Harzes und wird im Norden und Osten von der Waldkante des Mittelgebirges begrenzt. Telemetriedaten zeigen, dass territoriale Luchse im Harz ihre Streifgebiete weitgehend an die Waldgrenze des Mittelgebirges anpassen und diese nur relativ selten überschreiten. Im Süden und Westen verläuft die Grenze des Referenzgebietes jedoch innerhalb zusammenhängender Harzwaldflächen. Es ist somit wahrscheinlich, dass einige Streifgebiete fotografiert Luchse nur zu einem Teil innerhalb des Referenzgebietes liegen. Fünf (22 %) der fotografierten selbständigen Luchse ließen sich nur ein einziges Mal fotografieren und dürften dafür sorgen, dass das verwendete Fang-Wiederfang-Modell ein vergleichsweise großes Konfidenzintervall (23-44) zum Schätzwert von 23 selbständigen Luchsen ausgibt. Eines dieser Tiere (B1011m) wurde während der laufenden Studie mit einem Halsbandsender ausgestattet. Die Abwanderung des subadulten Männchens aus dem Harz und damit der Grund seines Verschwindens aus dem Kreis der fotografierten Luchse wurde somit dokumentiert. Ein weiteres Tier (B1048x) mit nur einem Nachweis war Anfang 2017 wiederholt zwischen Breitung und Roßla nachgewiesen worden. Es ist daher zu vermuten, dass ein Großteil des Aktionsraums dieses Luchses südöstlich des Referenzgebietes dieser Studie liegt.

Im Gegensatz dazu weist der entstandene Datensatz eine sehr hohe rechnerische Geschlossenheit auf. Eine trotz der beschriebenen fünf Einzelnachweise immer noch hohe Wiederfangrate kann hierfür der Grund sein. 18 der 23 Luchse lösten jeweils mindestens drei Fotoereignisse aus. Ein Luchsmännchen erzeugte sogar 32 Fotoereignisse. Im Mittel entstanden pro Luchs (n=23) 8,17 Fotoereignisse.

Der errechnete Dichtewert von 2,9 selbständigen Luchsindividuen/100 km² ist der höchste aller vier bislang im Harz durchgeführten Stichproben. Es ist denkbar, dass günstige Lebensbedingungen (z.B. Nahrungsangebot) die Ursache für höhere Luchs-Dichtewerte im östlichen Harz sind. Der östliche Harz ist, im Vergleich zum Hochharz, von einem milderen Klima und Relief sowie einem höheren Anteil landwirtschaftlicher Flächen geprägt.

Denkbar ist jedoch auch, dass, wie oben beschrieben, Luchse, deren Steifgebiete nur zum kleinen Teil im Referenzgebiet enthalten sind, den Dichtewert rechnerisch erhöhen.

Um diesem Problem zu begegnen, verwenden viele Schätzverfahren für territoriale Arten mit großem Raumanspruch Pufferzonen, die um das Referenzgebiet gelegt werden. Die Breite der Pufferzonen ist dabei abhängig von den Ergebnissen der Studie (MMDM-Methode, PARMENTER et al., 2003). Ein erweiterter Ansatz errechnet die Größe des gesamten Referenzgebietes erst im Nachhinein als Funktion der zeitlichen und räumlichen Verteilung der Fangereignisse jedes einzelnen Luchsindividuum (räumliche Fang-Wiederfangmodelle, z.B. EFFORD, 2011).

Aus Gründen der Transparenz und leichteren Verständlichkeit der hier vorgestellten Ergebnisse, haben wir bewusst auf eine Pufferung des Referenzgebietes verzichtet und etwas höhere Dichtewerte in Kauf genommen. Wir lehnen uns mit diesem Vorgehen an jenes an, das auch in der Schweiz beim Monitoring des Luchses Verwendung findet und somit vergleichbare Datensätze erzeugt. KUNZ et al. (2017) nennen für die Schweizer Referenzgebiete Dichtewerte, die in den Studien zwischen 2013/2014 und 2016/2017 zwischen 0,92 und 3,26 selbständigen Luchsen/100 km² liegen. Die Werte aus dem Harz sind somit eher mit den höheren Werten der schweizer Untersuchungsreihe zu vergleichen. Auch aus den schweizer Luchspopulationen wandern, ähnlich wie aus dem Harz, aktuell insbesondere männliche Individuen ab und erreichen zum Beispiel Baden-Württemberg.

Der höchste bislang mittels Fotofallen erhobene Dichtewert einer Luchspopulation stammt aus der Türkei und liegt bei 4,2 selbständigen Individuen/100 km² (BATUR et al., 2014). In Zentralnorwegen liegt die Luchsdichte vermutlich aufgrund geringerer Nahrungsressourcen bei 0,3 selbständigen Tieren/100 km² (SUNDE et al., 2000). OKARMA et al., 1997 nennen eine Dichte von 2,4 – 3,2 selbständigen Luchsen im ostpolnischen Waldgebiet von Bialowieza.

Verschiedentlich wird die Frage diskutiert, ob mittels Fotofallen ein ausreichend großer Anteil der Luchspopulation abgebildet werden kann, um valide Schätzergebnisse zu erreichen. Wir möchten daher an dieser Stelle noch einmal auf die Ergebnisse der ersten systematischen Fotofallenstudie im Harz 2014/2015 verweisen, bei der sämtliche fünf bereits zuvor bekannte Luchse detektiert werden konnten und darüber hinaus auch Fotos von drei entkommenen Gehegeluchsen entstanden, die sich rund zwei Wochen lang in Freiheit befanden (MIDDELHOFF & ANDERS, 2015). Es ist somit davon auszugehen, dass auch in den beiden anderen Referenzgebieten im Harz ein sehr hoher Prozentanteil der tatsächlich vorhandenen Luchse fotografiert wurde.

Literatur

- Anders, O. & Middelhoff, T.L. (2016a) Abundanz und Dichte des Luchses (*Lynx lynx*) im westlichen Harz. Die Ergebnisse eines systematischen Fotofallenmonitorings im Herbst und Winter 2014/15, Säugetierkundliche Informationen Jena Heft 50, Bd. 9/2016: 213-224.
- Anders, O. & Middelhoff, T.L. (2016b) Der Einsatzes von Fotofallen beim Monitoring des Luchsbestandes (*Lynx lynx*) im Harz – Abundanz und Dichte im Herbst und Winter 2015/2016, Beiträge zur Jagd und Wildforschung, Halle, Bd. 41, 319 - 331
- Anders, O., Middelhoff, T. L., Boddenberg, J., Müller, U. & Eberl, C. (2016c) Sendermarkierte Luchsin (*Lynx lynx*) gebiert fünf Jungtiere. Ein Wurf mit außergewöhnlicher Jungtieranzahl in Nordthüringen, Säugetierkundliche Informationen Jena Heft 50, Band 9/2016: 205 -212
- Breitenmoser-Würsten, C., Zimmermann, F., Ryser, A., Capt, S., Laass, J., Siegenthaler, A., Breitenmoser, U. (2001) Untersuchungen zur Luchspopulation in den Nordwestalpen der Schweiz 1997–2000, Bericht KORA.
- 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.
- Efford, M. G. (2011) Estimation of population density by spatially explicit capture–recapture analysis of data from area searches. *Ecology*, vol. 92, pp. 2202–2207.
- Fattebert, J. & Zimmermann, F. (2007) Tests de pièges photographiques: rapport technique. pp. 18. KORA.
- Herfindal, I., Linnel, J. D. C., Odden, J., Nilsen, E. B., Andersen, R. (2005) Prey density, environmental productivity and home-range size in the Eurasian lynx (*Lynx lynx*), *J. Zool.*, London, vol. 265, pp. 63-71.
- 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.
- Kunz F., Brun L, Zurkinden D., Breitenmoser-Würsten C., Breitenmoser U. & Zimmermann F. (2017) Abundanz und Dichte des Luchses im Berner Oberland Ost: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im Teil-Kompartiment-IVb im Winter 2016/17. KORA Bericht Nr. 77, 21 pp.
- 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.
- Matjuschkin, E.N. (1978) Der Luchs *Lynx lynx*. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt 1978. Seite 61-68.
- Middelhoff, T.L. & Anders, O. (2015) Abundanz und Dichte des Luchses im westlichen Harz - Fotofallenmonitoring 2014/15, Bericht, Nationalparkverwaltung Harz, Wernigerode.

- Middelhoff, T.L. & Anders, O. (2016) Abundanz und Dichte des Luchses im westlichen Harz - Fotofallenmonitoring 2015/16, Bericht, Nationalparkverwaltung Harz, Wernigerode.
- 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.
- Odden, J., Linnell, J. D. C. & Andersen, R. (2006) Diet of Eurasian lynx, *Lynx lynx*, in the boreal forest of southeastern Norway: the relative importance of livestock and hares at low roe deer density. *European Journal of Wildlife Research*, vol. 52, pp. 237–244.
- Okarma, H., Jedrzejewski, W., Schmidt, K., Kowalczyk, R. & Jedrzejewska, B. (1997) Predation of Eurasian lynx on roe deer and red deer in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *Acta theriologica*, vol. 42, iss. 2, pp. 203-224.
- 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.
- Parmenter, R. R., Yates, T. L., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Dunnum, J. L., Franklin, A. B., Friggens, M. T., Lubow, B. C., Miller, M., Olson, G. S., Parmenter, C. A., Pollard, J., Rexstad, E., Shenk, T. M., Stanley, T. R., White, G. C. (2003) Small-mammal density estimation: a field comparison of grid-based vs. web-based density estimators. *Ecological Monographs*, vol. 73, pp. 1–26.
- 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. and Burnham, K. P. (1999) A closure test for time-specific capture--recapture data. *Environmental and Ecological Statistics*, vol. 6, pp. 197-209.
- Stanley, T. R. & Richards, J. D. (2004) *Close Test version 3.0*, a program for testing capture-recapture data for closure. US Geological Survey, Fort Collins Science Center, Colorado, USA.
- Sunde, P., Kvam T., Moa P., Negård, A., Overskaug, K. (2000) Space use by Eurasian lynxes *Lynx lynx* in central Norway. *Acta Theriologica*, vol. 45, pp. 507-524.
- 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.

Anhang

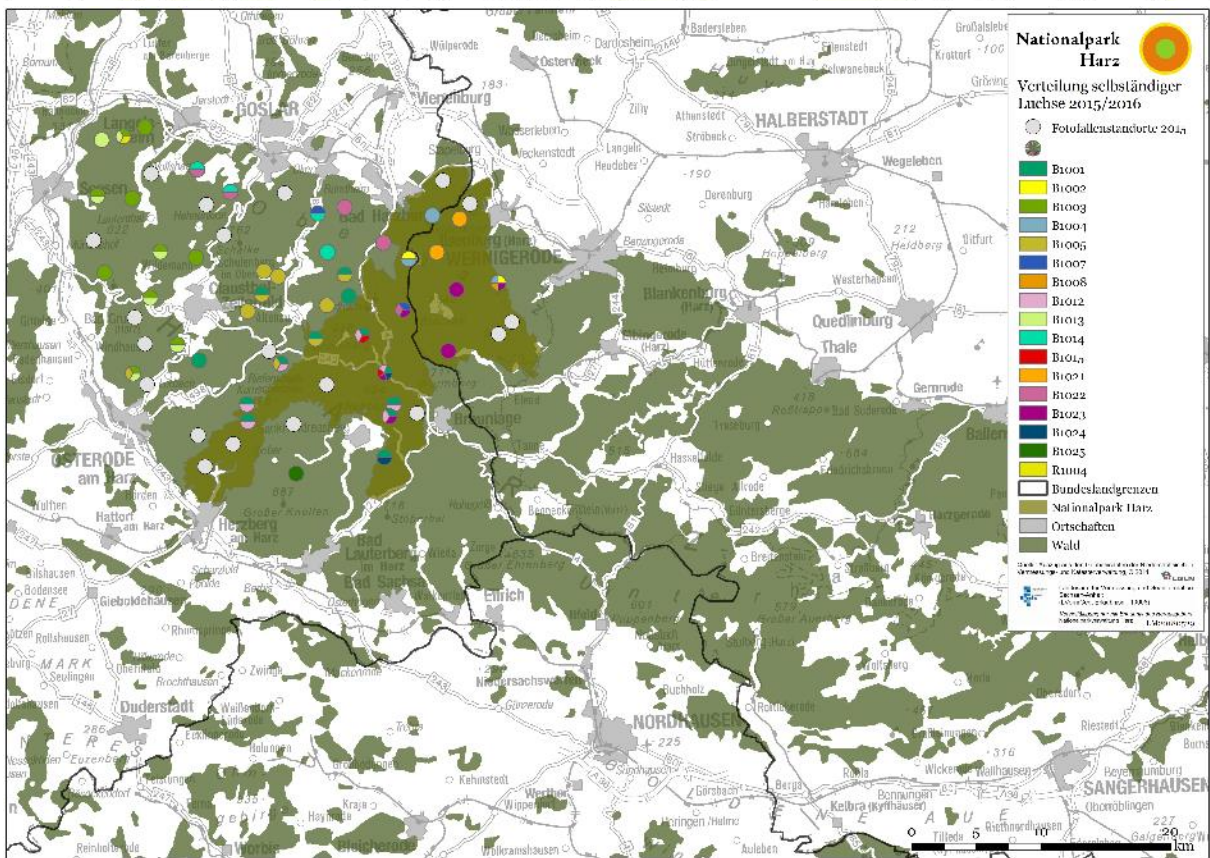
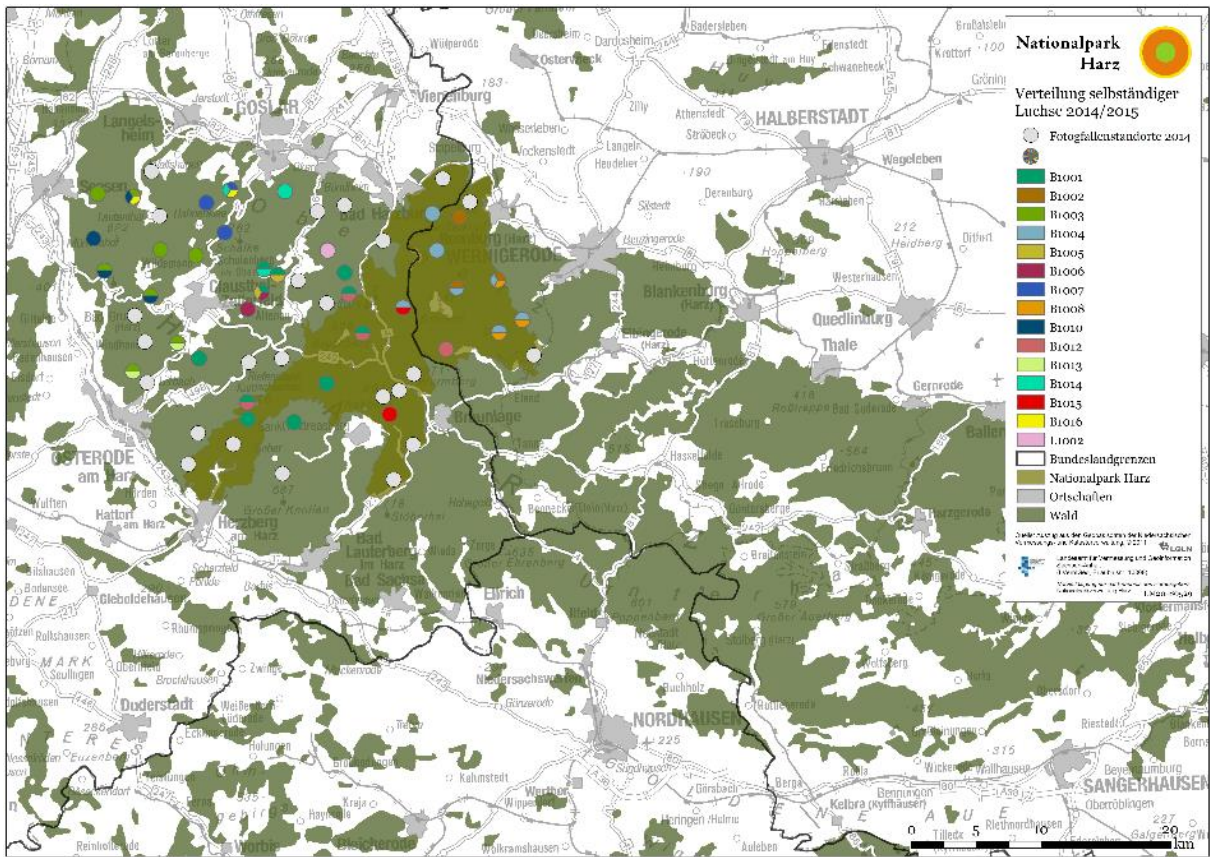
A 1: Anzahl der Tierbilder, Luchsbilder und Wildkatzenbilder pro Standort während des Gesamtuntersuchungszeitraums.

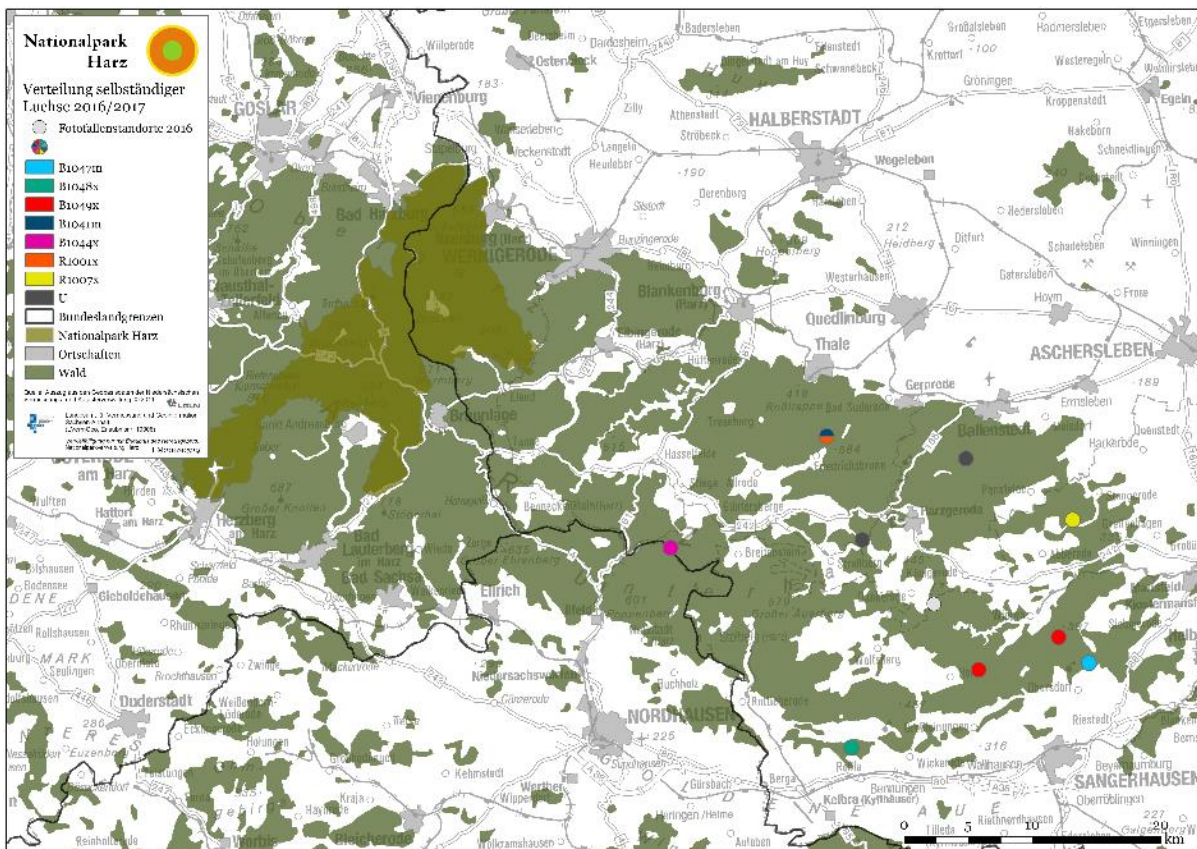
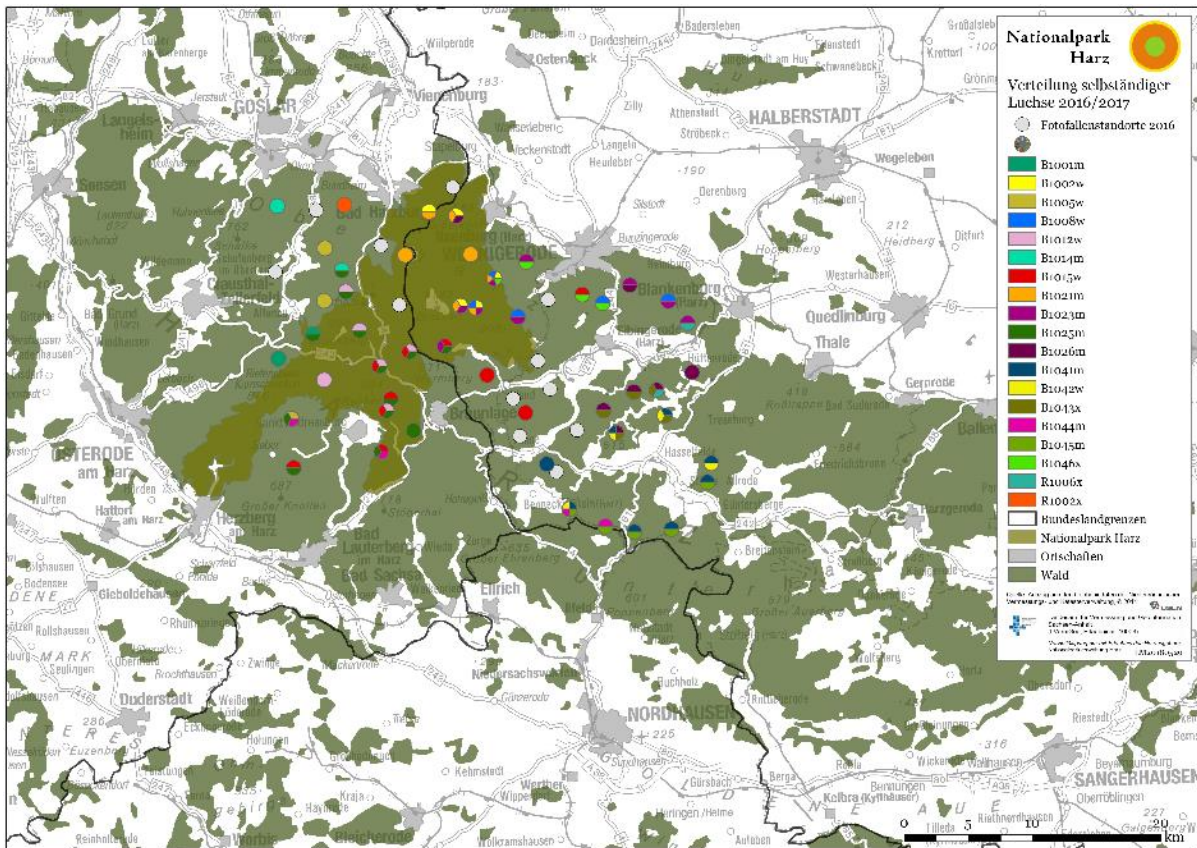
Standort	Tierbilder	Luchsbilder	Wildkatzenbilder
68	43	0	1
69	321	14	4
70	242	32	26
71	88	20	9
76	522	11	59
77	117	8	15
78	86	11	11
83	76	3	8
84	71	2	9
85	146	15	8
86	76	6	2
89	245	11	132
90	51	2	4
91	119	11	13
92	96	1	1
93	146	6	12
94	68	16	1
95	200	0	1
96	241	0	3
97	67	0	9
98	207	0	8
99	37	5	0
100	82	2	1
101	132	3	14
102	133	15	1
103	51	2	1
104	50	3	0
105	62	11	1
106	452	4	2
107	39	3	1
108	215	17	20
109	183	26	25
110	118	9	15
111	74	0	1
112	77	0	2
113	168	5	13
114	32	0	2
115	160	8	43
116	75	0	3
117	65	2	9
119	25	6	0
120	298	39	4
121	189	7	49
122	166	3	18
123	125	6	27
124	93	2	5
125	282	0	18
126	83	4	2
127	104	3	6
128	103	9	6
129	69	14	6
130	49	2	4
131	108	8	14
132	82	2	14
133	200	23	16
134	72	2	31
135	138	22	5
136	373	4	18

137	49	8	0
138	90	7	15
SUMME	8.131	455	748

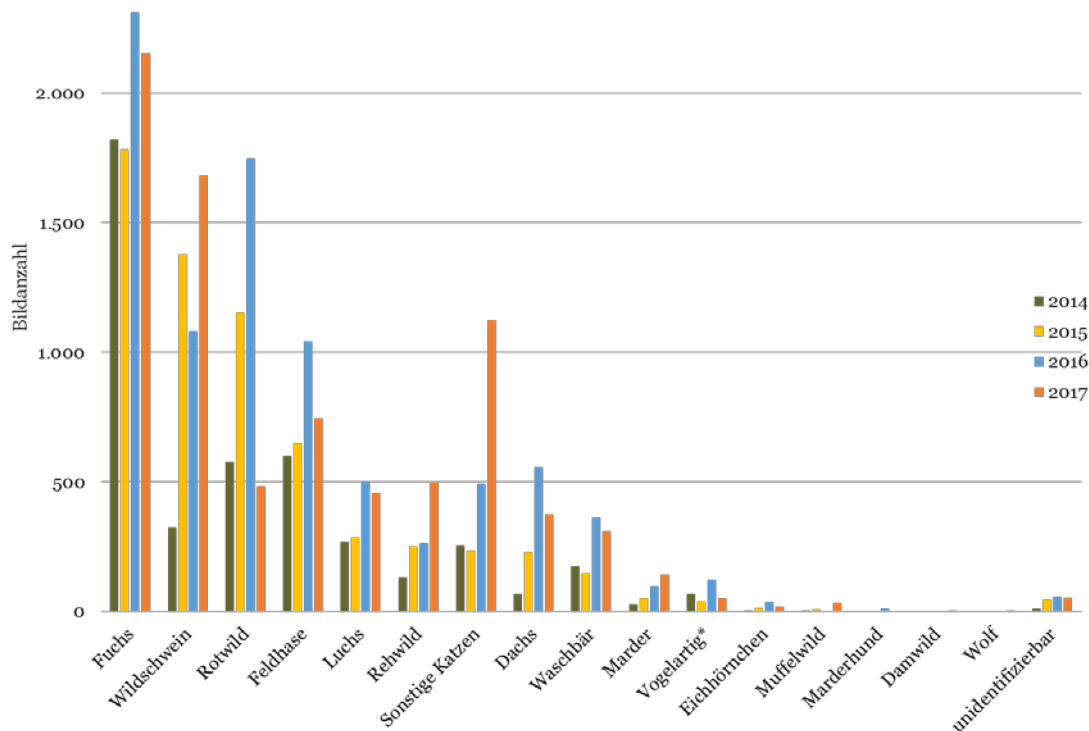
A 2: Ergebnisvergleich zwischen den Durchgängen des systematischen Fotofallenmonitorings 2014/2015, 2015/2016 im westlichen Harz, 2016/2017 im mittleren Harz und 2017 im östlichen Harz. Ein Luchs-Fotoereignis bezeichnet das Durchlaufen eines Kamerastandortes durch einen Luchs. Dabei können mehrere Fotos desselben Tieres entstehen.

	2014/2015	2015/2016	2015/2016	2017
<i>Entstandene Bilder</i>				
Tierbilder	4.333	6.269	8.689	8.131
Luchsbilder gesamt	268	286	502	455
Luchsbilder 100 Tage	226	191	371	375
Wildkatzenbilder	223	228	397	748
<i>Untersuchungsaufbau</i>				
Referenzgebietsfläche (km ²)	746	741	779	780
Standorte	60	62	60	60
erfolgreiche Standorte gesamt	39	44	49	50
erfolgreiche Standorte 100 Tage	36	38	47	48
Luchs Foto-Ereignisse insg.	142	145	285	222
Luchs Foto-Ereignisse 100 Tage	125	99	206	183
StO mit Wildkatzen	36	37	44	56
StO mit Wildkatzen & Luchs	23	28	38	46
<i>Fangnächte</i>				
Effektive Fangnächte insg.	7.445	8.736	9.632	7.137
Potentielle Fangnächte insg.	7.520	8.759	9.961	7.352
effektive Fangnächte 100 Tage	5.944	6.182	5.897	5.847
potentielle Fangnächte 100 Tage	6.000	6.200	6.000	6.000
Ausfallnächte insg.	75	23	329	215
Ausfallnächte 100 Tage	56	18	103	153
Prozent Ausfall insg.	1,0 %	0,3 %	3,3 %	2,9 %
Prozent Ausfall 100 Tage	0,9 %	0,3 %	1,7 %	2,6 %
<i>Luchsindividuen und Luchsdichte</i>				
fotografierte selbständige Individuen	15	17	19	23
fotografierte selbständige Individuen 100 Tage	15	15	19	22
Abundanz selbst. Luchse CAPTURE	16 (16-23)	17 (16-31)	19 (19-21)	23 (23-44)
max. Wiederfänge selbständiger Individuen	31	29	44	32
führende Weibchen	6	4	4	6
erwachsene Weibchen ohne nachgewiesene Jungtiere	1	2	2	0
erwachsene Männchen	2	7	9	9
unbekanntes Geschlecht	6	4	6	8
Anzahl Jungtiere	12	11	11	13
Anzahl selbst. Luchse & Jungtiere	28	28	30	36
Dichte selbst. Luchse pro 100 km ²	2,1	2,3	2,4	2,9
Dichte selbst. Luchse & Jungtiere pro 100 km ²	3,8	3,8	3,9	4,6



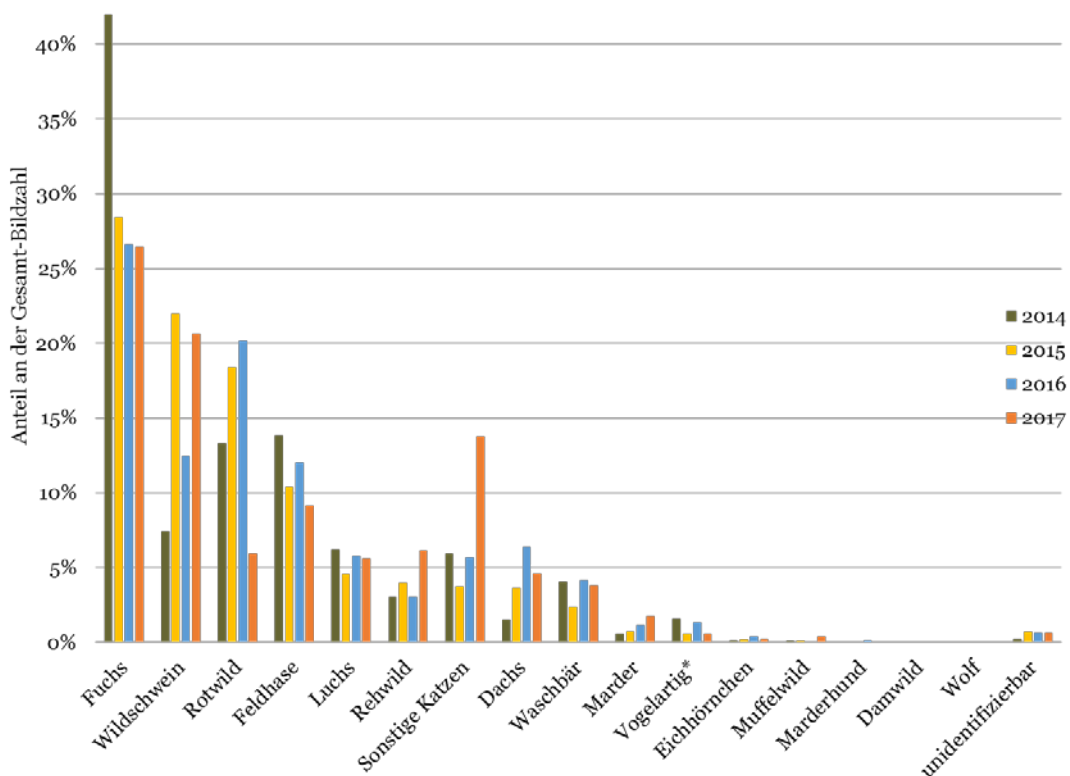


A 3: Räumliche Verteilung der Nachweise selbständiger Individuen im Fotofallendurchgang 2014/2015, 2015/2016 und 2016/2017 (Grafik: Nationalpark Harz).



A 4: Vergleich der Bildanzahl einzelner Tierarten zwischen den Fotofallendurchgängen 2014 (4.333 Tierbilder), 2015 (6.269 Tierbilder), 2016 (8.689 Tierbilder) und 2017 (8.131 Tierbilder) (Grafik: Nationalpark Harz).

*Drossel, Eichelhäher, Kohlmeise, Ringeltaube, Waldschnepfe, Kolkrabe, Blaumeise, Mäusebussard, Eule, Grauspecht



A 5: Vergleich der Anteile an der Gesamt-Bildanzahl einzelner Tierarten zwischen den Fotofallendurchgängen 2014 (4.333 Tierbilder), 2015 (6.269 Tierbilder), 2016 (8.689 Tierbilder) und 2017 (8.131 Tierbilder) (Grafik: Nationalpark Harz).

*Drossel, Eichelhäher, Kohlmeise, Ringeltaube, Waldschnepfe, Kolkrabe, Blaumeise, Mäusebussard, Eule, Grauspecht

A 6: Innerhalb des Harzes 47 individuell nachgewiesene Luchse. Nachweisart systematisches Fotofallenmonitoring dunkelgrün, opportunistischer Fotofalleneinsatz und Genetik hellgrün. * kennzeichnet ehemals telemetrierte Tiere. Unterstrichene Geburtsjahre sind sicher bekannt. Zahlen innerhalb der grünen Kästchen = Anzahl nachgewiesener Jungtiere.

ID	Sex	Erst-nachweis	aktuellster Nachweis	max. Geburtsj.	Mutter	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
B1001m	m	21.02.2009	07.12.2017	2008		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B1002w*	w	05.10.2010	03.03.2018	2008			3	3	3	3	3	3	3	3	3
B1003m	m	05.04.2010	13.03.2018	2008		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B1004m*	m	02.05.2010	15.09.2015	2009		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B1005w	w	12.03.2014	24.03.2018	2012							1	3	3	3	3
B1006w*	w	05.06.2014	25.10.2014	2013							1	1	1	1	1
B1007m*	m	30.01.2014	11.12.2015	2012							1	1	1	1	1
B1008w	w	17.10.2014	20.12.2017	2012							2	2	3	2	2
B1010w	w	05.10.2014	01.12.2014	2012							2	2	2	2	2
B1011m*	m	05.12.2016	06.02.2018 †	<u>2016</u>	B1008w										
B1012w	w	05.09.2014	07.05.2018	2012							1	2	4	2	2
B1013w	w	15.12.2014	26.10.2017	2013								3	3	3	3
B1014m	m	26.06.2013	14.02.2017	<u>2013</u>	B1002w					1	1	1	1	1	1
B1015w*	w	03.03.2010	12.05.2018	2013		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B1016w	w	19.09.2014	29.11.2014	2012							3	3	3	3	3
B1021m	m	29.10.2014	07.05.2018	2014											
B1022w	w	07.10.2014	18.02.2018 †	2013								2	2	2	2
B1023m	m	21.09.2014	30.03.2018	<u>2014</u>	B1002w										
B1024m	m	14.10.2015	16.09.2017	2014											
B1025m	m	17.04.2015	15.05.2018	2014											
B1026m	m	03.09.2015	29.11.2017	<u>2015</u>	B1013w										
B1029w	w	29.08.2017	25.10.2017	2015											4
B1041m	m	19.10.2016	19.12.2017	2015											
B1042w	w	29.08.2016	30.10.2017	2014									3	1	1
B1043x	?	27.09.2016	30.11.2016	2015											
B1044m	m	10.11.2016	18.12.2017	2015											
B1045m	m	23.08.2016	17.12.2017	2015											
B1046x	?	01.09.2016	31.12.2016	2015											
B1047m	m	19.10.2016	25.12.2016	2015											
B1048x	?	29.03.2017	10.11.2017	2015											
B1049m	m	21.01.2017	01.12.2017	2015											
B1050x	?	10.09.2016	29.11.2017	<u>2016</u>	B1042w										
B1051x	?	01.11.2016	06.12.2017	<u>2016</u>	B1008w										
B1052x	?	07.11.2016	01.12.2017	<u>2016</u>	B1012w										
B1053x	?	11.12.2016	30.11.2017	2015											
B1054w	w	30.09.2016	07.11.2017	2015											1
B1055x	?	24.11.2016	19.12.2017	2015											
B1056m	m	25.08.2017	16.12.2017	2016											
B1057w	w	22.08.2017	13.12.2017	2015											2
B1058x	?	25.09.2017	10.12.2017	2016											
B1059x	?	03.11.2017	03.11.2017	2016											
L1002x	?	18.08.2016	05.01.2017	2015											
L1003x	?	14.10.2016	14.10.2016	2015											
R1001x	?	03.12.2016	03.12.2016	2015											
R1002x	?	20.12.2016	20.12.2016	2015											
R1003w	w	29.09.2017	29.09.2017	2015											3
R1004x	?	25.12.2015	25.12.2015	2014											