

Populationsdynamik des Luchses in Nordhessen

Eine Fallstudie zum Ausbreitungspotential der Art in Deutschland

Abschlussbericht

Stand Juni 2021

Dr. Markus Port, Abteilung Naturschutzbiologie, Georg-August-Universität Göttingen

Förderzeitraum: Oktober 2018 – Mai 2021

Das Projekt wurde durch den Hessischen Biodiversitätsforschungsfonds
des HLNUG gefördert.



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
Zusammenfassung	4
Abstract	5
1 Einleitung	6
1.1 Projektstand im Herbst 2018	8
2 Ziele	10
3 Methoden	11
3.1 Untersuchungsgebiete	11
3.1.1 Kern-Untersuchungsgebiet südöstlich von Kassel	11
3.1.2 Reinhardswald	12
3.1.3 Sonstige Untersuchungsgebiete	13
3.2 Aufbau und Kontrolle der Kameras	14
3.3 Auswertung der Daten: Effektive Kameratage, Fotoereignisse und Fotoraten	14
3.4 Identifizierung und Benennung der fotografierten Luchse	14
3.5 Langstreckenwanderungen	15
4 Ergebnisse	16
4.1 Populationsentwicklung im Kerngebiet	16
4.2 Luchsvorkommen im Reinhardswald	17
4.3 Langstreckenwanderungen	18
5 Veröffentlichungen	19
6 Diskussion	20
7 Ausblick	22
Danksagung	23
Literatur	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Fotofallen-Aufnahme eines Luchses	6
Abbildung 2. C1-Zufallsnachweise von Luchsen in Nordhessen 2005 – 2014	8
Abbildung 3. Populationsentwicklung des Luchses in Nordhessen	9
Abbildung 4. Lage der Kern-Untersuchungsgebiete südöstlich von Kassel	12
Abbildung 5. Lage der Fotofallen-Standorte im Reinhardswald	13
Abbildung 6. Entwicklung der Fotorate im Verlauf der Untersuchung	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Liste aller im Verlauf des Projektes regelmäßig fotografierter Luchse	17
Tabelle 2. Langstreckenwanderungen von Luchsen 2009 – 2020	18

Zusammenfassung

Seit dem Jahr 2009 hatte sich im Norden Hessens eine kleine Teilpopulation des Eurasischen Luchses (*Lynx lynx*) gebildet. Die Gründer dieser Population waren sehr wahrscheinlich aus dem etwa 60 km nordöstlich gelegenen Harz nach Nordhessen eingewandert. Die kleine Teilpopulation in Nordhessen war das deutschlandweit erste Luchsvorkommen, das sich ohne Einwirkung des Menschen und nicht in unmittelbarer Nähe eines der Wiederansiedlungsgebiete gebildet hatte. In Zusammenarbeit mit dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) erfasste die Abteilung Naturschutzbiologie der Universität Göttingen von 2014 bis 2021 den Bestand und die Populationsdynamik (Geburten, Mortalität, Einwanderungen, Abwanderungen) der Nordhessischen Teilpopulation. Dabei kamen automatische Kameras (sogenannte Fotofallen) zum Einsatz, die überwiegend in einem ca. 600 – 1200 km² großen Untersuchungsgebiet südöstlich von Kassel aufgestellt wurden. Die Aufnahmen dieser Kameras ermöglichten es, Luchse anhand ihrer individuellen Fellmuster voneinander zu unterscheiden. Darüber hinaus wurden Langstreckenwanderungen von Luchsen zwischen der Teilpopulation in Nordhessen und der Stammpopulation im Harz ausgewertet.

Zu Beginn der Untersuchungen im Winter 2014/15 umfasste der Luchsbestand in Nordhessen mindestens sechs unabhängige Luchse, darunter 2-4 reproduzierende Weibchen. Allerdings brach der Bestand bereits im Verlauf des Jahres 2015 zusammen. Bis zum Ende des Jahres 2015 war von den ursprünglich sechs adulten Tieren nur noch ein männlicher Luchs im Untersuchungsgebiet verblieben. Von diesem dramatischen Bestandseinbruch konnte sich die Teilpopulation nicht mehr erholen. In den folgenden Jahren lebten nie mehr als zwei männliche Luchse (Kuder) dauerhaft im Untersuchungsgebiet. Zwar zeigte die Auswertung der Langstreckenwanderungen, dass es zwischen 2010 und 2020 zu einem regelmäßigen Austausch von Individuen zwischen der nordhessischen Teilpopulation und der Stammpopulation im Harz kam, jedoch handelte es sich in allen Fällen um Kuder. Dagegen konnte in diesem Zeitraum kein einziger weiblicher Luchs dokumentiert werden, der die etwa 60 km zwischen der Stammpopulation im Harz und dem nordhessischen Untersuchungsgebiet nachweislich überwunden hätte. Zwar tauchte im Herbst 2019 überraschend eine Luchsin mit Jungtieren nördlich des bisherigen Verbreitungsgebietes auf, jedoch ließ sich diese Luchsin nicht dauerhaft in Nordhessen nieder. Etwa zur selben Zeit verschwand auch der letzte der residenten Kuder aus dem Kern-Verbreitungsgebiet südöstlich von Kassel. Die kleine Splitterpopulation des Luchses in Nordhessen war damit wieder erloschen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die Waldgebiete Nordhessens einen für Luchse geeigneten Lebensraum darstellen, in dem die Tiere leben und sich fortpflanzen können. Sie verdeutlichen aber auch die Anfälligkeit kleiner, isolierter Populationen gegenüber demographischen Schwankungen. Die Auswertung der Langstreckenwanderungen zeigt, dass Nordhessen regelmäßig von aus dem Harz abwandernden männlichen Luchsen erreicht wird. Für eine dauerhafte Rückkehr des Luchses nach Nordhessen braucht es jedoch auch weibliche Tiere. Allerdings legen die Ergebnisse dieser Untersuchung nahe, dass eine Zuwanderung weiblicher Luchse in naher Zukunft wenig wahrscheinlich ist. Um dem Luchs dennoch eine Rückkehr nach Nordhessen zu ermöglichen, wäre die Aus- oder Umsiedlung weniger weiblicher Luchse eine geeignete Maßnahme. Auf diese Weise könnte in Nordhessen ein (neuer) wichtiger Trittstein zur Vernetzung der bislang isolierten Luchsvorkommen in Deutschland geschaffen werden.

Abstract

Since 2009, a small subpopulation of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) emerged in the north of the German federal state of Hesse. The founders of this subpopulation had likely dispersed to northern Hesse from the population in the Harz Mountains, located approximately 60 km to the northeast. At this time, the northern Hessian subpopulation was the first occurrence of lynx in Germany that emerged without human intervention and not in direct vicinity of an area of lynx reintroduction. From 2014 to 2021, together with the Hessian Agency for Nature Conservation, Environment and Geology (HLNUG), the Department of Conservation Biology, University of Göttingen, studied the abundance and population dynamics (births, deaths, immigrations, emigrations) of the subpopulation in northern Hesse. We used automatic cameras (camera traps), which were employed in an approximately 600 – 1200 km² study area southeast of the city of Kassel. Camera trap images allowed us to discriminate individual lynx based on their characteristic fur patterns. In addition, we examined long-distance dispersal movements of lynx between the subpopulation in northern Hesse and the source population in the Harz Mountains.

At the beginning of the study in winter 2014/ 15, the northern Hessian subpopulation consisted of at least six independent lynx individuals, including 2-4 reproducing females. However, over the course of the year 2015, the subpopulation collapsed to only one adult male. The subpopulation could not recover from this dramatic decline. In the following years, no more than two adult males lived in the study area. The analysis of long-distance dispersals shows a regular exchange of individuals between the northern Hessian subpopulation and the source population in the Harz Mountains. However, all dispersing individuals were males. Between 2010 and 2020, not a single female was observed to overcome the approximately 60 km between the source population and the study area. In autumn 2019, surprisingly, a female with offspring was detected north of the study area, but this female did not settle in northern Hesse. By the same time, the last remaining resident male disappeared from the study area southeast of Kassel. Consequently, the lynx occurrence in northern Hesse had gone extinct.

Our results indicate that the forest areas of northern Hesse comprise a suitable habitat, in which Eurasian lynx can live and reproduce. However, our results also show the great vulnerability of small, isolated populations to stochastic demographic events. The analysis of long distance dispersals demonstrates that dispersing male lynx from the Harz Mountains regularly reach northern Hesse. However, in the absence of females, these males will likely not stay. Since our results indicate that a natural dispersal of females to northern Hesse will likely not occur in the near future, active population management might be required to bring back lynx into the area. We suggest that the reintroduction of few females might be a suitable management option to create a new subpopulation in northern Hesse. This subpopulation would be a new and important stepping-stone population to connect the so far isolated German lynx populations.

1 Einleitung

Der Eurasische Luchs (*Lynx lynx*, Abbildung 1) war ursprünglich über weite Bereiche Europas und Asiens verbreitet. In vielen Gebieten Europas verschwand der Luchs aber spätestens ab der Mitte des 19. Jahrhunderts. Grund dafür waren die Zerstörung seines Lebensraumes, insbesondere aber die Nachstellung durch den Menschen (Breitenmoser & Breitenmoser-Würsten 2008). Auf der Fläche des heutigen Hessens dürfte der Luchs bereits zu Beginn der Frühen Neuzeit selten geworden sein. Ein Indiz hierfür liefert ein Brief des Hessischen Landgrafen Ludwigs IV von Hessen-Kassel aus dem Jahr 1591, in dem er den Bayerischen Herzog Wilhelm von Bayern um die Übersendung einer Luchsin für seinen „Thierpark Sababurg“ bittet (Landau 1849). Der letzte Luchs wurde in Hessen im Jahre 1833 im Odenwald erlegt (Landau 1849).

Bis in die heutige Zeit überlebten Luchse in Europa in wenigen voneinander isolierten Populationen in Skandinavien, im Baltikum, in den Karpaten, sowie auf dem Balkan. Diese autochtonen europäischen Luchspopulationen gehen nach heutigem Kenntnisstand auf 4-5 verschiedene genetische Linien zurück, die sich vermutlich zum Zeitpunkt der letzten Eiszeit vor etwa 20.000 Jahren voneinander trennten (Lucena-Perez et al. 2020).



Abbildung 1. Fotofallen-Aufnahme eines Luchses.

Seit den 1970er Jahren gibt es in vielen europäischen Ländern Projekte zur Wiederansiedlung des Luchses (Breitenmoser & Breitenmoser-Würsten 2008, Linnell et al. 2009). Vielen dieser Projekte ist es gelungen, Europas größte Raubkatze zurück in die Wälder Mitteleuropas zu bringen. Allerdings

kommen Luchse dort auch Jahrzehnte nach den ersten Wiederansiedlungen immer noch in vereinzelt, voneinander isolierten Populationen vor (Chapron et al. 2014). Diese räumliche Isolation hat in den meisten Populationen zu einem Verlust genetischer Diversität geführt, der ihr langfristiges Überleben infrage stellt (Bull et al. 2016). Die Vernetzung der isolierten europäischen Luchspopulationen ist daher als ein wesentliches Ziel für den Schutz des Luchses in Europa identifiziert worden (Linnell et al. 2008, Schnidrig et al. 2016, Wölfl et al. 2021).

In Deutschland leben Luchse derzeit in drei Verbreitungsgebieten: im Bayerischen Wald, im Harz, und seit wenigen Jahren auch wieder im Pfälzerwald (Wölfl et al. 2021). Die Tiere im Bayerischen Wald und im Pfälzerwald gehen auf Wildfänge von Luchsen der Karpatenpopulation zurück, bei den im Nationalpark Harz ausgewilderten Luchsen handelte es sich um Gehegetiere gemischter Herkunft. Auch die deutschen Vorkommensgebiete sind voneinander isoliert, und mit den übrigen europäischen Populationen weitestgehend noch nicht vernetzt. Zwischen den drei deutschen Verbreitungsgebieten kommen Luchse trotz potentiell geeigneten Habitats bislang noch nicht dauerhaft vor.

In Hessen beginnt die Rückkehr des Luchses mit der Wiederansiedlung von Luchsen im Nationalpark Harz (Niedersachsen) in den Jahren 2000 bis 2006. Während dieses Zeitraums wurden dort insgesamt 24 Luchse (9m, 15w) aus Gehegehaltung in die Freiheit entlassen (Anders 2016). Die Luchse breiteten sich rasch über die Grenzen des Nationalparks hinweg aus und erschlossen sich in der Folgezeit den gesamten Harz als Lebensraum. Im Jahr 2017 wurde der Gesamtbestand des Luchses im Harz auf etwa 55 selbstständige Tiere geschätzt (Middelhoff & Anders 2018).

In den Jahren während und nach der Wiederansiedlung von Luchsen im Harz mehrten sich auch in Hessen vereinzelt Sichtbeobachtungen von Luchsen. Diese waren aber bis etwa 2008 noch diffus über die gesamte Landesfläche verteilt (Denk 2008). Auch gab es bis dahin nur wenige sichere Nachweise (sogenannte C1-Nachweise, Reinhardt et al. 2015) von Luchsen. Ab etwa 2008 lässt sich eine Konzentration der Hinweise auf den Norden Hessens erkennen, insbesondere auf die Landkreise Kassel, Werra-Meißner und Schwalm-Eder (Denk 2009). Seit 2009 liegen dort erste sichere Nachweise von Luchsen vor, und bereits im folgenden Jahr konnte in Hessen erstmals eine Reproduktion von Luchsen dokumentiert werden (Denk 2011).

In den Jahren darauf häuften sich aus dem Raum Nordhessen sichere (C1-) Nachweise von Luchsen (Abbildung 2). Zudem konnten von 2010 bis 2015 jährlich Jungluchse in Nordhessen beobachtet werden (Denk 2011 – 2016). Diese Beobachtungen zeigten deutlich, dass sich in den Wäldern Nordhessens, etwa 60 km südwestlich der Stammpopulation im Harz, eine kleine Teilpopulation des Luchses gebildet hatte. Diese Teilpopulation war das deutschlandweit erste Luchsvorkommen, das ohne direkte Einwirkung des Menschen und nicht in unmittelbarer Nähe eines der Wiederansiedlungsgebiete entstanden war. Es war außerdem ein wichtiger erster Schritt zur Vernetzung der Harzer Population mit den beiden weiteren deutschen Luchspopulationen im Bayerischen Wald und im Pfälzerwald.

Seit Herbst 2014 erfasste die Abteilung Naturschutzbiologie der Universität Göttingen den Bestand der Teilpopulation im Norden Hessens mithilfe automatischer Kameras (sogenannter Fotofallen). Seit Herbst 2018 wurde das Projekt in Kooperation mit dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) und mit finanzieller Unterstützung der HIT Umwelt- und Naturschutzstiftung durchgeführt. Dieses Projekt war das deutschlandweit erste Projekt, das außerhalb der Wiederansiedlungsgebiete mit wissenschaftlichen Methoden die Abundanz und Populationsdynamik des Luchses untersuchte. Es hat daher Modellcharakter um das Ausbreitungspotential des Luchses in Deutschland beurteilen zu können.

Der vorliegende Abschlussbericht fasst den Stand des Projektes vor Beginn der Kooperation mit dem HLNUG im Herbst 2018 zusammen, und stellt die während der Förderperiode (10.2018 – 05.2021) erzielten Ergebnisse dar. Eine umfassende Darstellung der Ergebnisse von 2014 bis 2019 ist Port et al. (2020) zu entnehmen.

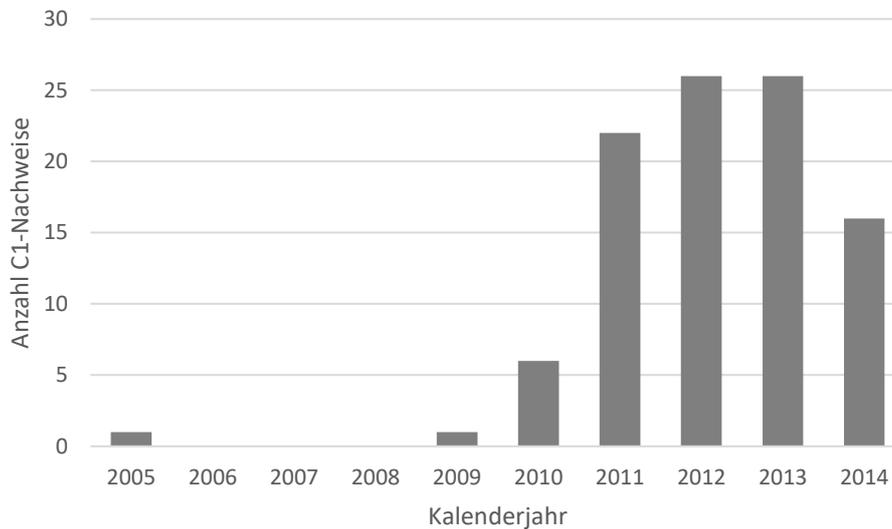


Abbildung 2. C1-Zufallsnachweise von Luchsen in Nordhessen (Landkreise Kassel, Werra-Meißner und Schwalm-Eder) von 2005 bis 2014. Nicht dargestellt sind Nachweise aus dem systematischen Fotofallen-Monitoring (seit 2014, Kap. 3) und Telemetrie-Nachweise residenter Luchse. Daten: Denk (2007 – 2014).

1.1 Projektstand im Herbst 2018

Zu Beginn der Untersuchung der Universität Göttingen im Winter 2014/ 15 konnten insgesamt sechs selbstständige Luchse beiderlei Geschlechts im hessisch-niedersächsischen Grenzbereich nachgewiesen werden. Noch im Frühjahr 2015 brachten mindestens zwei Weibchen in Nordhessen Junge zur Welt. Leider brach der Bestand der Teilpopulation im hessisch-niedersächsischen Grenzbereich im weiteren Verlauf des Jahres 2015 von den ursprünglich sechs selbstständigen Luchsen auf nur noch einen selbstständigen Kuder zusammen (Port et al 2020). Zwei weibliche Tiere waren nachweislich an der Fuchsräude (*Sarcoptes* Räude) verstorben. Etwa zur selben Zeit konnten zwei weitere (vermutlich ebenfalls weibliche Tiere) nicht mehr nachgewiesen werden. Ein männlicher Luchs wanderte im Winter 2015 in den Harz ab. Von diesem dramatischen Bestandseinbruch konnte sich die Teilpopulation in der Folgezeit nicht erholen. Bis zum Herbst 2018 lebten nie mehr als zwei Luchse dauerhaft in Nordhessen. Nachdem der letzte der seit 2014 nachgewiesenen Kuder im Herbst 2018 ebenfalls nicht mehr nachweisbar war, hatte sich der Luchsbestand im Norden Hessens einmal komplett ausgetauscht (Abbildung 3). Es waren zu diesem Zeitpunkt jedoch zwei neue Kuder nach Nordhessen eingewandert, so dass es noch Hoffnung auf einen Fortbestand der nordhessischen Teilpopulation gab.

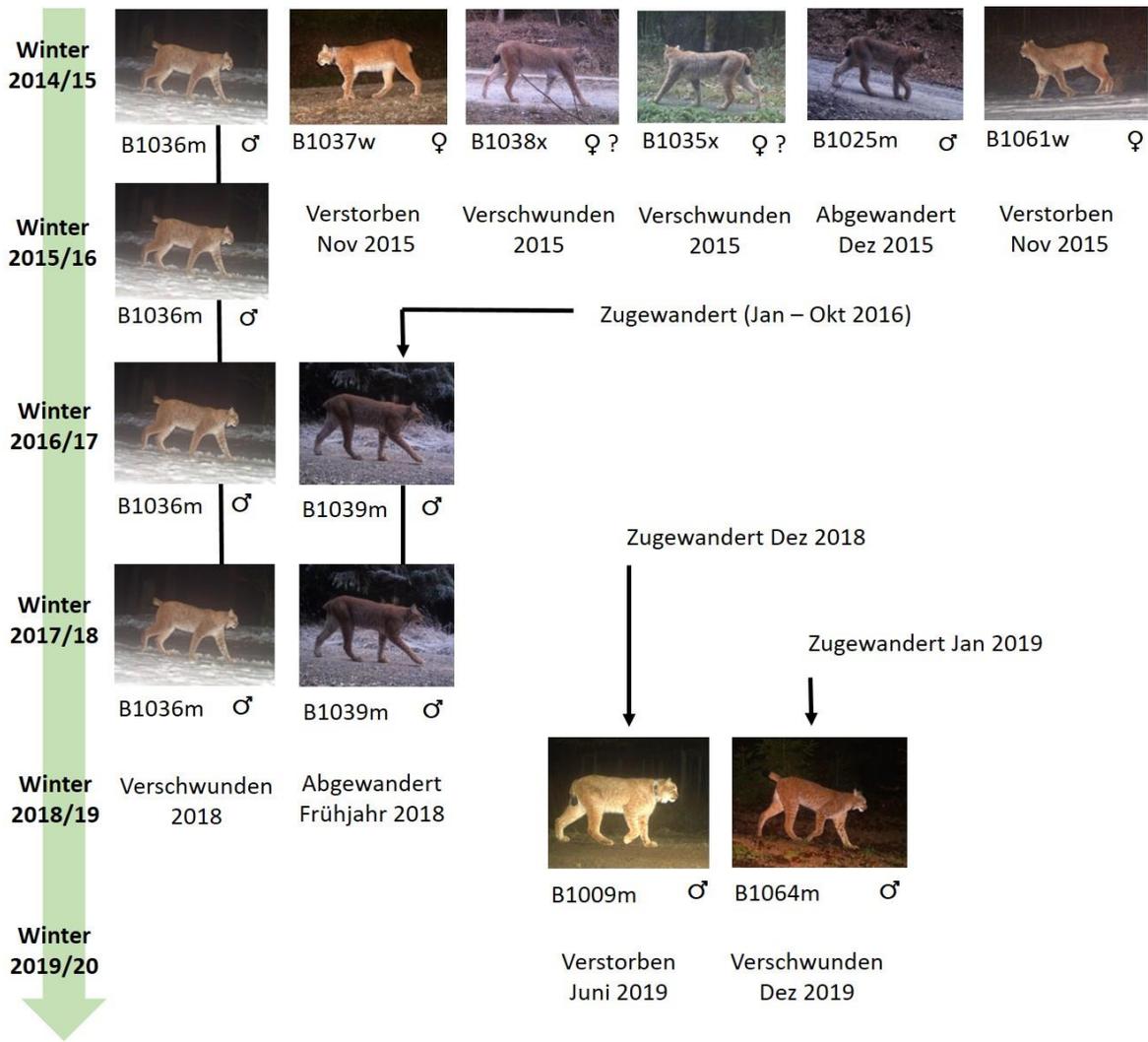


Abbildung 3. Populationsentwicklung des Luchses in Nordhessen.

2 Ziele

Im Rahmen der Kooperation mit dem HLNUG sollte die seit 2014 durchgeführte Erfassung des Luchsbestandes in Nordhessen fortgesetzt werden. Durch die fortgesetzte Beobachtung individuell bekannter Luchse sollte insbesondere die Populationsdynamik der nordhessischen Teilpopulation weiterhin erfasst werden. Dabei stand die Frage im Vordergrund, ob sich die Population möglicherweise durch die Zuwanderung weiterer Tiere (vielleicht sogar weiblicher Luchse) würde stabilisieren können, oder ob der Bestand weiter zurückgehen würde.

3 Methoden

Zur Erfassung und Überwachung des Luchsbestandes kam eine bereits in den Vorjahren bewährte Methode zum Einsatz: Mithilfe automatischer Kameras (Fotofallen) wurden die im Untersuchungsgebiet lebenden Luchse erfasst, und anhand ihrer Fellmuster individuell voneinander unterschieden. Auf diese Weise war eine Erfassung der (Mindest-)Populationsgröße möglich. Ferner konnten durch einen Datenaustausch mit den Kolleg*innen des Luchsprojektes Harz Wanderungen zwischen der nordhessischen Teilpopulation und der Stammpopulation im Harz rekonstruiert werden.

3.1 Untersuchungsgebiete

3.1.1 Kern-Untersuchungsgebiet südöstlich von Kassel

Der größte Teil der Untersuchungen wurde in den Waldgebieten südöstlich von Kassel durchgeführt, da aus diesem Bereich in den Jahren bis 2014 die meisten Zufallsnachweise von Luchsen vorlagen. Zur Erprobung und Etablierung der Methode wurde im Winter 2014/15 zunächst ein ca. 610 km² großes Untersuchungsgebiet eingerichtet. In den folgenden Jahren wurde dieses Untersuchungsgebiet sukzessive auf eine Größe von 908 km² erweitert (Abbildung 4). Innerhalb dieses Gebietes wurden jeweils von November bis April 40-50 Fotofallen-Standorte eingerichtet. Im Winter 2018/19 wurde eine weitere Vergrößerung des Untersuchungsgebietes auf seine bisher größte Ausdehnung von 1153 km² durchgeführt (Abbildung 4). Innerhalb dieser Fläche wurden 68 Fotofallen-Standorte eingerichtet. Die neuerliche Erweiterung geschah, um bislang noch nicht erfasste Gebiete im äußersten Osten Nordhessens auf das Vorkommen von Luchsen zu untersuchen. Nachdem in diesen Gebieten jedoch keine Luchse nachgewiesen werden konnten, wurde das Untersuchungsgebiet im Winter 2019/20 wieder auf die etwa 630 km² große Fläche des bisherigen Kerngebietes reduziert. Innerhalb dieses Gebietes wurden 42 Fotofallen-Standorte eingerichtet. Nach dem Verschwinden des letzten der Hessenluchse (vgl. 4.1) wurde das Fotofallen-Monitoring im Kerngebiet im Winter 2020/21 nicht mehr fortgesetzt.

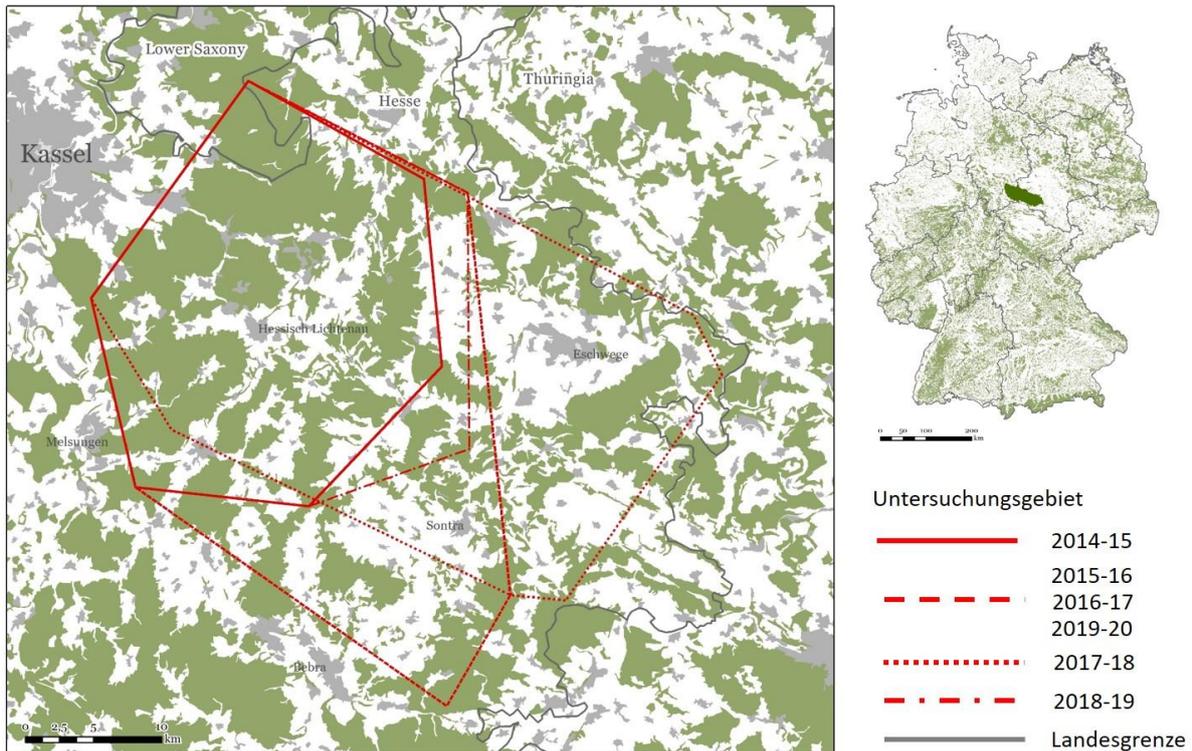


Abbildung 4. Lage der Kern-Untersuchungsgebiete südöstlich von Kassel.

3.1.2 Reinhardswald

Im Herbst 2019 wurde im etwa 20 km nordwestlich des Kernuntersuchungsgebietes gelegenen Reinhardswald eine Luchsin mit mindestens drei Jungtieren nachgewiesen. Diese Nachricht kam überraschend, da im Reinhardswald bisher kein permanentes Luchsvorkommen vermutet wurde. Es wäre außerdem der erste Reproduktionsnachweis in Hessen seit 2015. Im Dezember 2019 wurden daher auch im Reinhardswald an 16 Standorten Kameras aufgestellt. Ab August 2020 wurde die Anzahl der Standorte auf 22 erhöht. Drei dieser 22 Standorte lag im hessischen Teil des Bramwaldes (Abbildung 5). Reinhardswald und Bramwald sind durch die Weser voneinander getrennt. Alle Kameras wurden im April 2021 wieder abgebaut. Somit konnten im Reinhardswald (und Bramwald) von Dezember 2019 bis April 2021 an 16 – 22 Kamerastandorten kontinuierlich Daten aufgenommen werden.

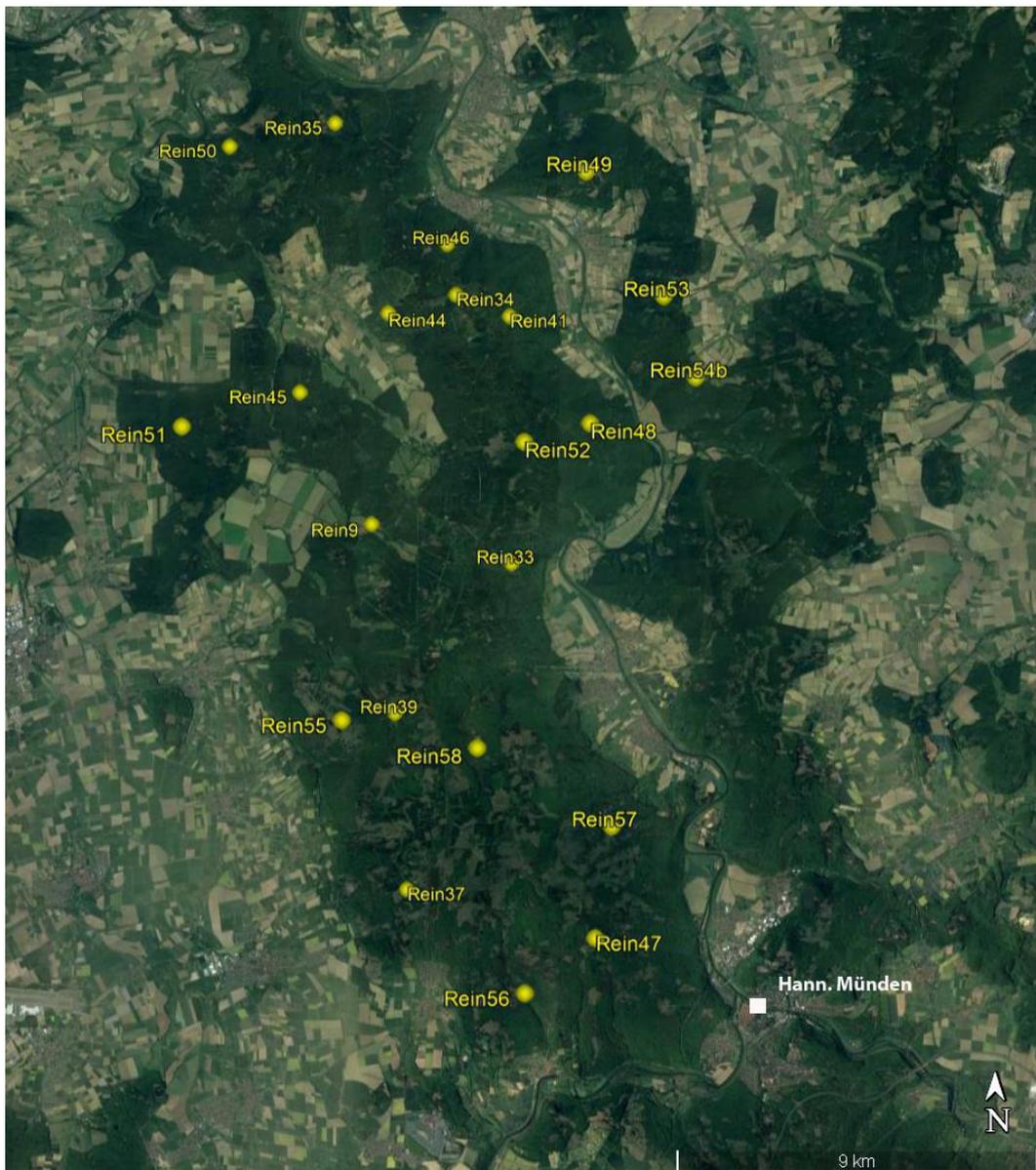


Abbildung 5. Lage der Fotofallen-Standorte im Reinhardswald.

3.1.3 Sonstige Untersuchungsgebiete

Im Dezember 2020 konnte bei Neu-Eichenberg (nördlicher Werra-Meißner Kreis) ein Luchs durch die Videoaufnahme einer Wärmebildkamera dokumentiert werden. Noch im gleichen Monat wurden auch dort zwei Kameras aufgestellt.

3.2 Aufbau und Kontrolle der Kameras

Die Kameras wurden überwiegend entlang von Waldwegen aufgestellt, da sich Luchse (wie viele andere Katzenartige auch) bevorzugt entlang solcher Wege bewegen. Zum Einsatz kamen Kameras der Firma Cuddeback® (Green Bay, USA; Modelle C1, G, Ambush, Attack). Alle Kameras operierten mit Echtblitz. Sie wurden an Bäumen oder Pfählen angebracht, i.d.R. in einer Höhe von etwa 50 cm über der Oberfläche des Weges. Alle Kameras wurden durch Metallgehäuse und Sicherungsschlösser vor Diebstahl und Vandalismus gesichert. Die Kameras wurden etwa alle 4 Wochen durch Mitarbeiter der

Universität Göttingen oder durch zuverlässige ehrenamtliche Mitarbeiter kontrolliert, um Batterien und Speicherkarten auszutauschen.

Während von 2014 bis 2017 alle Standorte mit zwei Kameras bestückt waren (je eine Kamera auf jeder Seite des Weges), kam ab Winter 2017/ 2018 meist nur noch eine Kamera pro Standort zum Einsatz. Eine Ausnahme bildete der Reinhardswald (vgl. 3.1.2): Hier kamen an den meisten Standorten zwei Kameras zum Einsatz.

3.3 Auswertung der Daten: Effektive Kameratage, Fotoereignisse und Fotoraten

Um die Nachweishäufigkeiten von Luchsen während der verschiedenen Erfassungszeiträume miteinander vergleichen zu können, wurden standardisierte Fotoraten berechnet (Rovero & Marshall 2009). Die Fotorate eines Erfassungszeitraumes ergibt sich aus der Anzahl unabhängiger Luchsaufnahmen (Fotoereignisse) pro 100 effektiver Kameratage. Luchsfotos wurden als voneinander unabhängige Fotoereignisse bewertet, wenn zwischen zwei aufeinander folgenden Fotos ein zeitlicher Abstand von mindestens fünf Minuten lag. Die Anzahl der effektiven Kameratage ergibt sich aus der Anzahl der Fotofallen-Standorte multipliziert mit der Anzahl der Tage innerhalb eines Erfassungszeitraumes, an denen mindestens eine Kamera pro Standort funktionstüchtig war.

3.4 Identifizierung und Benennung der fotografierten Luchse

Alle Aufnahmen von Luchsen von ausreichend guter Qualität wurden anhand der Fellmuster der fotografierten Tiere individualisiert, mit anderen Worten: Alle Luchs-Aufnahmen von ausreichend guter Qualität wurden einzelnen, individuell unterscheidbaren Luchsen zugeordnet. Die Individualisierung wurde von zwei Beobachtern unabhängig voneinander vorgenommen. Nur wenn sich beide Beobachter bei der Klassifizierung des Fotos einig waren, wurde das Foto in die Datenbank individualisierbarer Luchsaufnahmen aufgenommen. Anderenfalls wurde das Foto als „nicht identifizierbar“ bewertet.

Alle regelmäßig von den Fotofallen erfassten und individualisierbaren Luchse erhielten einen Foto-Identifikationscode (Foto-ID), bestehend aus dem Buchstaben B, L oder R (je nachdem, ob der Luchs von beiden Flanken, nur von der linken Flanke, oder nur von der rechten Flanke erfasst wurde), einer fortlaufenden Nummer, sowie dem Kürzel m oder w, falls das Geschlecht des Luchses bekannt ist, oder dem Kürzel x, falls das Geschlecht des Luchses nicht bekannt ist. Das Geschlecht eines Luchses kann bestimmt werden, wenn auf einem Foto entweder Genitalien sichtbar sind (was bei Fotofallen-Aufnahmen jedoch nur selten der Fall ist), oder eine Luchsin mitsamt ihrer Jungen abgebildet wurde. Anhand der Foto-IDs lassen sich die in Hessen fotografierten Luchse mit den Luchsdatenbanken anderer Bundesländer abgleichen.

Neben der Foto-ID erhielten viele der in Hessen nachgewiesenen Luchse einen Namen (z.B. Felux, Ludo, Kuno). Diese Namen waren ihnen von Schulkindern aus der Region im Rahmen eines das Monitoring begleitenden Schulprojektes verliehen worden. Das Schulprojekt endete bereits vor Beginn des Berichtszeitraums.

3.5 Langstreckenwanderungen

Durch den Abgleich der im Rahmen des Fotofallen-Monitorings erhobenen Daten mit den fortlaufend erhobenen Monitoringdaten des HLNUG und des Nationalparks Harz (NPH), konnten nach Nordhessen zuwandernde und aus Nordhessen abwandernde Luchse identifiziert werden. Von besonderem

Interesse waren dabei Wanderbewegungen von Luchsen über weitere Entfernungen hinweg. Diese wurden als Langstreckenwanderungen bezeichnet, wenn sie zwischen der Nordhessischen Subpopulation und einem anderen Reproduktionsgebiet des Luchses im Harz oder dessen Umland erfolgten. Im Rahmen dieser Studie wurden nur solche Wanderbewegungen ausgewertet, bei denen sowohl der Start- als auch der Endpunkt bekannt waren und entweder der Start- oder der Endpunkt in Nordhessen lag. Nordhessen wurde als Endpunkt einer solchen Wanderung definiert, wenn das Individuum entweder dort starb oder dort ein Streifgebiet etablierte (Anwesenheit im selben Gebiet für mindestens ein halbes Jahr, vergl. Zimmermann et al. 2005, Reinhardt et al. 2015).

4 Ergebnisse

4.1 Populationsentwicklung im Kerngebiet

Bereits in den Vorjahren ging die Häufigkeit der Luchsnachweise in Nordhessen schrittweise zurück (Port et al. 2020). Dieser negative Trend setzte sich leider auch während des Berichtszeitraums fort (Abbildung 6): Während im Winter 2014/15 über einen standardisierten Zeitraum von 100 Kameratagen noch 2.73 Luchsnachweise (Fotoereignisse) erbracht werden konnten, sank die Fotorate im Winter 2018/19 auf nur noch 0.86 Fotoereignisse pro 100 Kameratage ab. Im Winter 2019/20 schließlich gelangen über den gesamten Untersuchungszeitraum von fünf Monaten (Dezember 2019 – April 2020) insgesamt nur noch zwei Aufnahmen. Diese ereigneten sich beide bereits im Dezember. Von Januar bis April 2020 wurde an keinem der 42 Kamerastandorte ein Luchs nachgewiesen.

Im Winter 2020/21 wurde im Kerngebiet kein systematisches Fotofallen-Monitoring mehr durchgeführt (vgl. 3.1.1). An den 10-22 Standorten, die zwischen September 2020 und Mai 2021 in Teilen des früheren Kerngebietes aufgestellt waren (vgl. 3.1.3), kam es zu keiner Aufnahme eines Luchses.

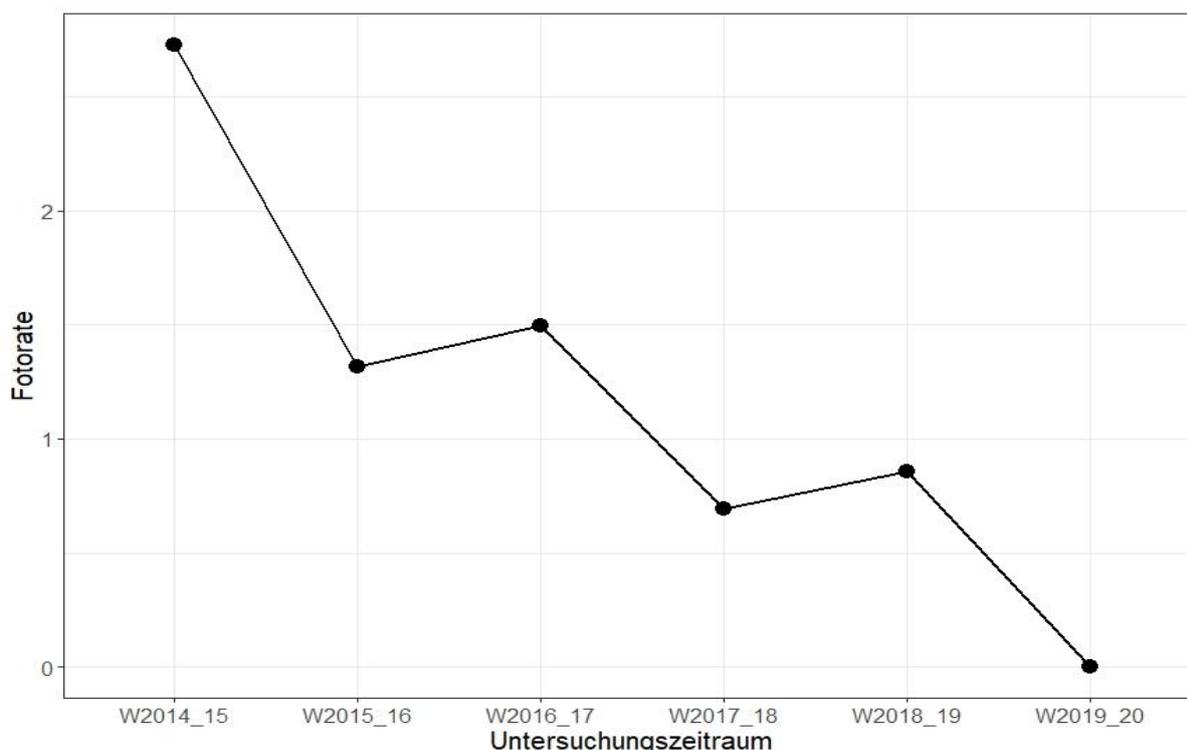


Abbildung 6. Entwicklung der Fotorate (Luchsnachweise pro 100 Kameratage) im Verlauf der Untersuchung.

Mit dem Rückgang der Luchsnachweise ging auch ein Rückgang der Individuenzahl einher (Abbildung 1). Diese war bereits zu Beginn des Berichtszeitraums von sechs auf nur noch zwei selbstständige Luchse zurückgegangen, und nahm während des Berichtszeitraumes weiter ab. Der im Dezember 2018 zugewanderte Kuder B1009m („Pou“) verstarb bereits im Juni 2019 an den Folgen einer Lungenentzündung. Der ebenfalls im Dezember 2018 zugewanderte Kuder B1064m („Ludo“) konnte im Dezember 2019 letztmalig nachgewiesen werden. Beide Nachweise ereigneten sich ein gutes Stück nördlich seines bisherigen Streifgebietes, so dass von einer Abwanderung Ludos auszugehen ist. Mit

dem Kuder Ludo war auch der letzte der Hessenluchse aus dem Untersuchungsgebiet verschwunden. Das Luchsvorkommen im Norden Hessens war damit erloschen.

Eine Auflistung aller im Rahmen dieser Studie fotografisch nachgewiesenen Luchse ist Tabelle 1 zu entnehmen.

4.2 Luchsvorkommen im Reinhardswald

Mithilfe der seit Dezember 2019 im Reinhardswald aufgestellten Kameras konnten die im Herbst 2019 im Reinhardswald zufällig nachgewiesenen Luchse schon nach kurzer Zeit fotografiert werden. Zum Jahreswechsel 2019/ 20 entstanden zwei Aufnahmen der Luchse, von denen eine von ausreichend guter Qualität war, um das Muttertier zu individualisieren. Dabei stellte sich heraus, dass sich die Luchsin (B1072w) bereits im Frühjahr (Januar – März) im Reinhardswald aufhielt. Nachdem ein Förster im nördlichen Reinhardswald einen Luchs beobachten konnte, wurden dort vorübergehend zwei Kameras aufgestellt, mithilfe derer der Luchs fotografiert und individualisiert werden konnte. Ein Abgleich der im Reinhardswald aufgenommenen Fotos mit Aufnahmen aus dem Solling (Niedersachsen), brachte dann allerdings zu Tage, dass sich B1072w ab dem späten Frühjahr im Solling aufhielt (Middelhoff, pers. Mitteilung), und dort wahrscheinlich auch ihre Jungen zur Welt brachte. Reinhardswald und Solling sind durch die Weser voneinander getrennt. Wie weitere Aufnahmen aus dem Solling zeigten, hatte die Luchsfamilie den Reinhardswald bereits im Januar 2020 wieder verlassen. Bei ihren Wanderungen zwischen Reinhardswald und Solling hat B1072w offenbar mehrfach die Weser gequert, davon mindestens zweimal in Begleitung ihrer noch abhängigen Jungen.

Tabelle 1. Liste aller im Verlauf des Projektes regelmäßig fotografierter Luchse

Foto-ID	Name	Geschlecht	Bemerkungen
B1036m	Felux	m	Verschwunden, Sommer 2018
B1037w		w	Tot, Räude, Herbst 2015
B1061w		w	Tot, Räude, Herbst 2015
B1035x	Braunie	w ?	Verschwunden, Sommer/ Herbst 2015
B1038x	Laxy	w ?	Verschwunden, Sommer/ Herbst 2015
B1025m	Kuno	m	Abgewandert in den Harz, Winter 2015
B1009m	Pou	m	Tot, Lungenentzündung, Sommer 2019
B1039m	Yuki	m	Abgewandert in den Harz (So 2018), dort: Verkehrsunfall
B1064m	Ludo	m	Verschwunden (abgewandert?), Winter 2019
B1072w		w	Verschwunden, Frühjahr 2020
B1099x		?	Letzter Nachweis: 03/ 2021

Da nach Auflösen des Familienverbandes im Frühjahr eine Rückkehr der Jungluchse in den Reinhardswald möglich erschien, wurden die Standorte im Reinhardswald beibehalten. Von Januar bis März 2020 konnte dort allerdings kein Luchs fotografiert werden. Erst im April gelang wieder eine Aufnahme, die tatsächlich eines der Jungtiere von B1072w zeigte. Wenig später wurde ein zweiter Luchs fotografiert, vermutlich ebenfalls ein Jungtier von B1072w. Die beiden Luchse konnten zwischen dem 12. April und dem 23. Juli insgesamt sieben Mal nachgewiesen werden. Danach verliert sich ihre Spur. Bis Mitte April 2021 konnte an keinem der bis zu 22 Kamerastandorte ein Luchs nachgewiesen werden. Es war also davon auszugehen, dass die beiden Luchse den Reinhardswald wieder verlassen hatten. Tatsächlich konnte einer der Luchse im März 2021 bei Neu Eichenberg (nördlicher Werra-Meißner-Kreis) wieder fotografiert werden. Dieser Luchs erhielt die Foto-ID B1099x. Sein Geschlecht

ist nicht bekannt. Zwischen dem letzten Nachweis von B1099x im Reinhardswald und dem Nachweis bei Neu Eichenberg liegen etwa 40 km Luftlinie.

4.3 Langstreckenwanderungen

Im Rahmen dieses Projektes wurden auch Langstreckenwanderungen von Luchsen zwischen der Stammpopulation im Harz und der Teilpopulation im Norden Hessens analysiert. Zwischen 2009 und 2019 wurden zehn solcher Langstreckenwanderungen nachgewiesen (Tabelle 2). Sechs Wanderungen hatten ihren Ausgangspunkt im Harz und endeten in Nordhessen, vier Ereignisse hatten ihren Ursprung im nordhessischen Untersuchungsgebiet und endeten im Harz oder einem anderen Reproduktionsgebiet der Harzer Luchspopulation. Alle Langstreckenwanderer (n=8) waren männlich. Die Individuen B1009m und B1039m sind dabei mit jeweils einer Hin- und einer Rückwanderung erfasst. Über den gesamten Zeitraum konnte dagegen keine einzige Langstreckenwanderung eines weiblichen Luchses nachgewiesen werden.

Tabelle 2. Langstreckenwanderungen von Luchsen 2009 – 2020.

Zeit	Individuum	Richtung	Geschlecht	Bemerkungen
Nov 2009	B1032m	Harz -> Hessen	male	Unbekannt
Oct 2012	LL039m	Harz -> Hessen	male	Tot, Verkehrsunfall
Dec 2015	B1025m	Hessen -> Harz	male	Letzter Nachweis: 05/2018
Oct 2014	B1028m	Hessen -> Hils ¹	male	Unbekannt
Mar 2016	B1009m	Hessen -> Harz	male	Siehe unten
Oct 2016	B1039m	Harz -> Hessen	male	Siehe unten
Aug 2017	LL145m	Harz -> Hessen	male	Tot, Ursache unbekannt
Nov 2017	LL131m	Harz/ Solling ¹ -> Hessen	male	Tot, Verkehrsunfall
Jun 2018	B1039m	Hessen -> Harz	male	Tot, Verkehrsunfall
Dec 2018	B1009m	Harz -> Hessen	male	Tot, Lungenentzündung

Luchse sind in der Tabelle i.d.R. mit ihrer Foto-ID (beginnend mit B) geführt. Falls keine Foto-ID vergeben wurde, sind sie mit ihrer genetischen ID (beginnend mit LL) aufgeführt.

1) Hils and Solling sind Fortpflanzungsgebiete der Harzpopulation außerhalb des Harzes. Sie sind etwa 30 km nordwestlich (Hils), bzw. westlich (Solling) des Harzes gelegen, und enthielten während des Zeitraums dieser Untersuchung wahrscheinlich nicht mehr als ein reproduzierendes Weibchen.

5 Veröffentlichungen

Die im Rahmen dieses Projektes erzielten Ergebnisse wurden kürzlich in einem wissenschaftlichen Artikel in der Fachzeitschrift Mammal Research veröffentlicht:

Port, M., Henkelmann, A., Schröder, F., Waltert, M., Middelhoff, T.L., Anders, O., Jokisch, S. (2020) Rise and fall of a Eurasian lynx (*Lynx lynx*) stepping-stone population in central Germany. Mammal Research, im Druck, <https://doi.org/10.1007/s13364-020-00527-6>.

Daneben ist geplant, die Ergebnisse des Projektes in einem Jubiläumsband zum 20jährigen Bestehen des Luchsprojektes des Nationalparks Harz zu veröffentlichen. Dieser Band wird vom Nationalpark Harz herausgegeben und voraussichtlich im Herbst 2021 erscheinen.

6 Diskussion

Bereits vor Beginn des Berichtszeitraums war die Teilpopulation des Luchses im Norden Hessens von ursprünglich sechs Tieren auf zweitweise nur noch einen Kuder (B1036m) zusammengebrochen (Abbildung 3). Zwei Tiere starben, zwei verschwanden aus unbekanntem Gründen, und ein Tier wanderte aus dem Untersuchungsgebiet ab. In den folgenden Jahren konnte sich die nordhessische Teilpopulation von diesem dramatischen Verlust nicht mehr erholen. Zwar kam es zu gelegentlichen Zuwanderungen einzelner Männchen, diese blieben jedoch ohne anhaltenden Effekt, da es keine Weibchen mehr im Untersuchungsgebiet gab und auch keine Zuwanderung von Luchsinnen erfolgte. Mit dem Verschwinden des Kuders B1064m (Ludo) war der letzte der residenten Hessenluchse aus dem Untersuchungsgebiet verschwunden und die kleine Splitterpopulation in Nordhessen wieder erloschen.

Die zu Beginn der Untersuchungen der Universität Göttingen fotografierten sechs Luchse sollten als Mindestbestand der nordhessischen Teilpopulation betrachtet werden. Es ist möglich, dass es weitere Luchse gab, die außerhalb der untersuchten Gebiete lebten. Beispielsweise ergaben Gespräche mit Jägern und Forstleuten, dass während der ersten beiden Jahre der Untersuchung möglicherweise auch im Raum Rotenburg/ Fulda Luchse lebten. Dieses Gebiet wurde allerdings erst ab 2017 untersucht. Es ist daher möglich, dass die nordhessische Teilpopulation ursprünglich noch mehr Tiere umfasste als hier beschrieben. Aufgrund der insgesamt sehr guten Nachweisraten ist aber davon auszugehen, dass auf den untersuchten Flächen die allermeisten residenten Luchse auch tatsächlich von den Kameras erfasst wurden. Umgekehrt kann beim Ausbleiben von Nachweisen (ab Januar 2020 im Kerngebiet, ab August 2020 im Reinhardswald) davon ausgegangen werden, dass sich auf den untersuchten Flächen tatsächlich keine residenten Luchse mehr befanden.

Beim Zusammenbruch der nordhessischen Teilpopulation dürften Krankheiten, insbesondere die Räude, eine wichtige Rolle gespielt haben. Zwei Luchsinnen starben nachweislich an der Räude. Etwa zur selben Zeit verschwanden zwei weitere, mutmaßlich ebenfalls weibliche Tiere. Es erscheint daher möglich, dass auch diese Luchse an einer Krankheit (möglicherweise ebenfalls der Räude) gestorben sind. Einen Beleg hierfür gibt es jedoch nicht. Von den im Rahmen dieser Studie untersuchten Luchsen sind sieben Tiere nachweislich gestorben (Tabellen 1 und 2). Drei Luchse verstarben infolge von Krankheiten, drei Luchse durch Verkehrsunfälle, bei einem weiteren Luchs konnte die Todesursache nicht mehr festgestellt werden. Die Dunkelziffer der an Krankheiten verstorbenen Luchse dürfte aber größer sein, und die Zahl der Verkehrstoten deutlich übersteigen, da an Krankheiten verstorbene Luchse im Gegensatz zu Verkehrstopfern i.d.R. nicht gefunden werden. Auch in anderen Populationen zählen Krankheiten zu den wichtigsten Todesursachen von Luchsen (Schmidt-Posthaus et al. 2001). In einigen Gegenden Skandinaviens und im Bayerischen/ Böhmischem Wald werden dagegen illegale Tötungen als die wichtigste Todesursache diskutiert (Andren et al. 2006, Heurich et al. 2018). Aus Hessen liegen keine Hinweise auf illegale Tötungen von Luchsen vor. Sicher ausschließen lassen sie sich jedoch nicht, da auch bei illegalen Tötungen die Dunkelziffer vermutlich hoch ist.

Der Niedergang der nordhessischen Teilpopulation wurde durch die Abwanderung von Männchen aus dem Untersuchungsgebiet weiter beschleunigt. Abwanderungen nach vorangegangenem längerem Aufenthalt in einer Region werden in der Literatur als sogenannte sekundäre Dispersale bezeichnet (Lawson-Handley & Perrin 2007). Sekundäre Dispersale sind bei mehreren Säugetierarten beschrieben (Waser 1986, Pusey & Packer 1987, Nunes 2007). Die meisten dieser Arten leben jedoch in Gruppen, und Männchen führen in der Regel ein sekundäres Dispersal durch, um ihre Reproduktionsmöglichkeiten zu verbessern (Port et al. 2012; Van Horn et al. 2003). Sekundäre Dispersale sind bei solitär lebenden Säugern selten, und nach Kenntnis des Autors beim Eurasischen Luchs bislang nicht beschrieben. Es ist jedoch möglich, dass die Abwanderungen von B1025m und

B1039m ebenfalls eine Folge schlechter Reproduktionsmöglichkeiten im nordhessischen Untersuchungsgebiet waren.

Die Analyse der Langstreckenwanderungen macht deutlich, dass ein regelmäßiger Austausch von Individuen zwischen der Stammpopulation im Harz und der Teilpopulation in Nordhessen stattfand. Allerdings handelte es sich in allen Fällen um Männchen. Zwischen 2009 und 2019 wurde dagegen kein Weibchen nachgewiesen, das die ca. 60 km zwischen dem Harz und dem nordhessischen Untersuchungsgebiet überwinden konnte, oder aus einem der kleineren Reproduktionsgebiete der Harzpopulation zugewandert wäre. Dieses Ergebnis ist vielleicht nicht überraschend, da bei den meisten Säugetierarten Männchen über ein größeres Ausbreitungspotential verfügen als Weibchen (Greenwood 1980; Lawson-Handley und Perrin 2007). Dies gilt auch für den Eurasischen Luchs: In Polen (Schmidt 1998), in der Schweiz (Zimmermann et al. 2005) und in Skandinavien (Samelius et al. 2012) wanderten Luchsmännchen über größere Distanzen als Weibchen.

Dennoch wurden gelegentlich auch weibliche Luchse beobachtet, die über Entfernungen von mehr als 60 km (die Entfernung zwischen dem Harz und Nordhessen) hinweg wanderten. Auch die Wanderungen der „Weser-Luchsin“ B1072w sind bemerkenswert, und zeigen, dass auch weibliche Luchse generell in der Lage sind, Barrieren zu überwinden. Trotz allem sind weibliche Luchs offenbar nur sehr begrenzt in der Lage, ungünstige oder fragmentierte Lebensräume zu überwinden (Samelius et al. 2012; Zimmermann et al. 2007). Die Daten dieser Untersuchung zeigen, dass Langstreckenwanderungen weiblicher Luchse nur ausgesprochen selten vorkommen – im Falle Nordhessens zu selten, als dass die den Niedergang der Teilpopulation hätten kompensieren können.

7 Ausblick

Der Zusammenbruch der nordhessischen Splitterpopulation hätte möglicherweise durch die Aus- oder Umsiedlung eines oder mehrerer weiblicher Luchse nach Nordhessen verhindert werden können. Auf diese Möglichkeit der Bestandsstützung hatte das Luchsprojekt der Universität Göttingen mehrfach hingewiesen. Mit dem kompletten Zusammenbruch des hessischen Luchsvorkommens ist es für eine Bestandsstützung inzwischen zu spät. Allerdings wird in der Fachwelt immer häufiger die Auffassung vertreten, die Ausbreitung des Luchses durch die Schaffung sogenannter Trittsteinpopulationen zwischen den existierenden Verbreitungsgebieten zu unterstützen (Zimmermann et al. 2007, Linnell et al 2008, Schnidrig et al. 2016, Thiel-Bender & Heider 2017). In Nordhessen, das regelmäßig von aus dem Harz abwandernden Männchen durchstreift wird, wäre möglicherweise die Aus- oder Umsiedlung weniger Weibchen zur Schaffung einer Trittsteinpopulation bereits ausreichend. Wenn der Luchs nach Nordhessen zurückkehren soll, sollte über die aktive Schaffung einer (neuen) Trittsteinpopulation im Norden Hessens nachgedacht werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die Waldgebiete Nordhessens einen geeigneten Lebensraum darstellen, in dem Luchse leben und sich fortpflanzen können. Ein Luchsvorkommen in diesen großflächigen Waldgebieten wäre auch zukünftig ein wichtiger Trittstein zur Vernetzung der bislang isolierten Luchsvorkommen in Deutschland.

Danksagung

Wir bedanken uns beim Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) für die finanzielle Unterstützung dieser Studie seit 2018 im Rahmen des Hessischen Biodiversitätsforschungsfonds und die stets hervorragende Zusammenarbeit. Darüber hinaus danken der Heidehof-Stiftung, der Heinz Sielmann Stiftung, der HIT-Umweltstiftung, der Bürgerstiftung Kassel und der Bürgerstiftung Werra-Meißner für die finanzielle Unterstützung des Projektes. Wir bedanken uns außerdem bei HessenForst, insbesondere den Forstämtern Hess. Lichtenau, Melsungen, Reinhardshagen, Rotenburg und Wehretal, sowie bei zahlreichen privaten Waldbesitzenden für die unverzichtbare Unterstützung unserer Feldarbeit. Unser Dank gebührt außerdem den Bürgerwissenschaftler*innen Horst Brandt, Raymund Brunner, Matthias Dee, Mike Große, Manfred Güntheroth, Christine Heckmann, Jan Hellmut, Antje Henkelmann, Gerhard Hof, Brunhilde Meyer, Hermann Müller, Franziska Paul, Gerhard Schuster und Mareike Wassmuth, die halfen, die Daten dieser Untersuchung zu erheben, sowie den zahlreichen Jäger*innen, die ihr Wissen über das Vorkommen des Luchses in ihren Revieren mit uns teilten. Dem Nationalpark Harz (Ole Anders und Lilli Middelhoff) sowie dem Arbeitskreis Hessenluchs danken wir für die gute und enge Zusammenarbeit.

Literatur

- Anders, O. (2016), Die Auswilderung des Luchses im Harz, Leipziger Blaue Hefte, 8. Leipziger Tierärztekongress, Tagungsband 1.
- Andren, H., Linnell, J.D.C., Liberg, O., Andersen, R., Danella, A., Karlsson, J., Odden J., Pal, F. M., Ahlqvist, P., Kvam, T., Franzen, R. (2006) Survival rates and causes of mortality in Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in multi-use landscapes. *Biological Conservation* 131: 23-32.
- Breitenmoser, U., Breitenmoser-Würsten, C. (2008) Der Luchs. Ein Großraubtier in der Kulturlandschaft. Salm Verlag, Bern, 2008.
- Bull, J.K., M. Heurich, A.P. Saveljev, K. Schmidt, J. Fickel, D.W. Förster (2016) The effect of reintroductions on the genetic variability in Eurasian lynx populations: the cases of Bohemian–Bavarian and Vosges–Palatinian populations. *Conservation Genetics* 17: 1229–1234.
- Chapron, G., P. Kaczensky, J.D.C. Linnell, M. von Arx, D. Huber, H. Andrén, J.V. López-Bao, M. Adamec, F. Álvares, O. Anders, L. Balčiauskas, V. Balys, P. Bedő, F. Bego, J.C. Blanco, U. Breitenmoser, H. Brøseth, L. Bufka, R. Bunikyte, P. Ciucci, A. Dutsov, T. Engleder, C. Fuxjäger, C. Groff, K. Holmala, B. Hoxha, Y. Iliopoulos, O. Ionescu, J. Jeremić, K. Jerina, G. Kluth, F. Knauer, I. Kojola, I. Kos, M. Krofel, J. Kubala, S. Kunovac, J. Kusak, M. Kotal, O. Liberg, A. Majić, P. Männil, R. Manz, E. Marboutin, F. Marucco, D. Melovski, K. Mersini, Y. Mertzanis, R.W. Mysłajek, S. Nowak, J. Odden, J. Ozolins, G. Palomero, M. Paunović, J. Persson, H. Potočník, P. Quenette, G. Rauer, I. Reinhardt, R. Rigg, A. Ryser, V. Salvatori, T. Skrbinšek, A. Stojanov, J.E. Swenson, L. Szemethy, A. Trajçe, E. Tsingarska-Sedefcheva, M. Váňa, R. Veeroja, P. Wabakken, M. Wölfel, S. Wölfel, F. Zimmermann, D. Zlatanova, L. Boitani (2014) Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science* **346**: 1517-1519.
- Denk, M. (2007) Luchsbeobachtungen in Hessen. Bericht 2007. Bericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz. Wiesbaden, 2007.
- Denk, M. (2008) Luchsbeobachtungen in Hessen. Bericht 2008. Bericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz. Wiesbaden, 2008.
- Denk, M. (2009) Luchsbeobachtungen in Hessen. Bericht 2009. Bericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz. Wiesbaden, 2009.
- Denk, M. (2010) Luchshinweise in Hessen. Bericht 2010. Bericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden, 2010.
- Denk, M. (2011) Luchshinweise in Hessen. Bericht 2011. Bericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden, 2011.
- Denk, M. (2012) Luchshinweise in Hessen. Bericht 2011. Bericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden, 2012.
- Denk, M. (2013) Luchshinweise in Hessen. Bericht 2011. Bericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden, 2013.
- Denk, M. (2014) Luchshinweise in Hessen. Bericht 2011. Bericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden, 2014.
- Denk, M. (2015) Luchshinweise in Hessen. Bericht 2011. Bericht im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden, 2015.
- Greenwood PJ (1980) Mating system, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Anim Behav* 28:1140-1162

- Heurich, M., Schultze-Naumburg, J., Piacenza, N., Magg, N., Červený, J., Engleder, T., Herdtfelder, M., Sladova, M., Kramer-Schadt, S. (2018) Illegal hunting as a major driver of the source-sink dynamics of a reintroduced lynx population in Central Europe. *Biological Conservation* 224:355-365.
- Landau, G. (1849) Beiträge zur Geschichte der Jagd und Falknerei. Die Geschichte der Jagd und Falknerei in beiden Hessen. Verlag Theodor Fischer, Kassel, 1849.
- Lawson-Handley, L.J., Perrin, N. (2007) Advances in our understanding of mammalian sex-biased dispersal *Molecular Ecology* 16: 1559-1578.
- Linnell, J.D., Breitenmoser, U., Breitenmoser-Würsten, C., Odden, J., Von Arx, M. (2009) Recovery of Eurasian Lynx in Europe: What Part has Reintroduction Played? In: Hayward M, Somers MJ (eds) Reintroduction of top-order predators. Wiley-Blackwell, Chichester, UK, S. 72-91.
- Lucena-Perez, M., Marmesat, E., Kleinmann-Ruiz, D., Martinez-Cruz, B., Wecek, K., Savaljev, A.P., Seryodkin, I.V., Okhlopov, I., Dvornikov, M.G., Ozolins, J., Galsandorj, N., Paunovic, M., Ratkiewicz, M., Schmidt, K., Godoy, J.A. (2020) Genomic patterns in the widespread Eurasian lynx shaped by Late Quaternary climatic fluctuations and anthropogenic impacts. *Molecular Ecology* 29:812–828.
- Middelhoff, T. L. & O. Anders (2018) Abundanz und Dichte des Luchses im östlichen Harz. Fotofallenmonitoring 2017, Projektbericht, Nationalpark Harz.
- Nunes, S. (2007) Dispersal and Philopatry. In: Wolff, J.O., Sermann, P.W. Rodent Societies. University of Chicago Press, Chicago, S. 150-163.
- Port, M., Johnstone, R.A., Kappeler, P.M. (2012) The evolution of multimale groups in Verreaux's sifaka, or how to test an evolutionary demographic model *Behavioral Ecology* 23:889-897.
- Port, M., A. Henkelmann, F. Schröder, M. Waltert, L. Middelhoff, O. Anders, S. Jokisch (2021) Rise and fall of a Eurasian lynx (*Lynx lynx*) stepping-stone population in central Germany. *Mammal Research* 66: 45–55.
- Pusey, A.E., Packer, C. (1987) The Evolution of Sex-Biased Dispersal in Lions *Behaviour* 101:275-310.
- Reinhardt, I., P. Kaczensky, F. Knauer, D. Huckschlag, G. Rauer, G. Kluth, S. Wölfl, U. Wotschikowsky (2015) Monitoring von Wolf, Luchs und Bär in Deutschland. BfN Skripten 251.
- Rovero, F., Marshall, A.R. (2009) Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates *Journal of Applied Ecology* 46:1011-1017.
- Samelius, G. et al. (2012) Spatial and temporal variation in natal dispersal by Eurasian lynx in Scandinavia *J Zool* 286:120-130.
- Schmidt-Posthaus, H., Breitenmoser-Würsten, C., Posthaus, H., Bacciarini, L., Breitenmoser, U. (2002) Causes of mortality in reintroduced Eurasian lynx in Switzerland. *Journal of Wildlife Diseases* 38: 84-92.
- Schnidrig, R., Nienhuis, C., Imhof, R., Bürki, R., Breitenmoser, U. (2016) Lynx in the Alps: Recommendations for an internationally coordinated management. Muri bei Bern, Switzerland.
- Thiel-Bender, C., Heider, C. (2017) Luchse in NRW. Regionale Perspektiven / europäische Verantwortung.
- Van Horn, R.C., McElhinny, T.L., Holekamp, K.E. (2003) Age Estimation and Dispersal in the Spotted Hyena (*Crocuta crocuta*) *Journal of Mammalogy* 84:1019-1030.

Waser, P.M. (1986) Patterns and consequences of dispersal in gregarious carnivores. In: Gittleman J.L. (Hgs) Carnivore behaviour, ecology, and evolution. Vol. 2. . Cornell University Press, Ihtaca, pp 267-296.

Wölfl, S., O. Anders, T.L. Middelhoff, U. Hohmann, M. back, S. Idelberger, J. Krebühl, J. Ohm, A. Prüssing, M. Herdtfelder, F. Böcker, J. Erretkamps, L. Kopaniak, M. Wölfl, S. Jokisch, I. Hucht-Ciorga, J. Teubner, M. Trost, J. Zschille, E. Jeß, C. Steinberg (2020) Status des Luchses in Deutschland. Natur Und Landschaft **96**: 2-10.

Zimmermann, F., Breitenmoser-Würsten, C., Breitenmoser, U. (2005) Natal dispersal of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Switzerland. J Zool 267:381-395.

Zimmermann, F., Breitenmoser-Würsten, C., Breitenmoser, U. (2007) Importance of dispersal for the expansion of a Eurasian lynx *Lynx lynx* population in a fragmented landscape. Oryx 41:358–368.