KORA Bericht Nr. 49

November 2009

ISSN 1422-5123

Resultate des 3. intensiven Fotofallen-Durchgangs im Winter 2008/2009 im Projekt LUNO

Statusbericht Luchs Nordostschweiz Winter 2008/2009

Koordinierte Forschungsprojekte zur Erhaltung und zum Management der Raubtiere in der Schweiz.
Coordinated research projects for the conservation and management of carnivores in Switzerland.
Projets de recherches coordonnés pour la conservation et la gestion des carnivores en Suisse.

KORA, Thunstrasse 31, CH-3074 Muri. Tel +41-31-951 70 40, Fax +41-31-951 90 40, Email: info@kora.ch, http://www.kora.ch

KORA Bericht Nr. 49

Resultate des 3. intensiven Fotofallen-Durchgangs im Winter 2008/2009 im Projekt LUNO

Statusbericht Luchs Nordostschweiz Winter 2008/2009

Autor
Auteur
Author

Andreas Ryser, Mario Theus, Susanne Haag, Fridolin Zimmermann, Christine Breitenmoser-Würsten und Urs Breitenmoser

Bearbeitung
Adaptation
Editorial

Andreas Ryser (Layout)

Bezugsquelle
Source
Source

Als PDF: http://www.kora.ch

Titelbild
Page de titre
Front cover picture

B112 fotografiert am 21. Februar 2009 oberhalb Schänis © KORA

Anzahl Seiten/Pages: 18

ISSN 1422-5123

© **KORA November 2009**

Resultate des 3. intensiven Fotofallen-Durchgangs im Winter 2008/2009 im Projekt LUNO

Statusbericht Luchs Nordostschweiz Winter 2008/2009

Andreas Ryser, Mario Theuss, Fridolin Zimmermann, Susanne Haag, Christine Breitenmoser-Würsten & Urs Breitenmoser

Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht enthält zwei Teile: Der erste, eigentliche Bericht zum Fotofallen-Monitoring im Winter 2008/09 im Kompartiment II Nordostschweiz fasst kurz und in allgemein verständlicher Sprache die Resultate des Durchgangs zusammen. Der nachfolgende „Technische Anhang“ liefert die methodischen Erklärungen und statistischen Details, die zum Nachvollziehen der Analysen notwendig sind.

Dank

Wir danken allen ganz herzlich, die uns bei der Durchführung des systematischen Fotofallen-Durchgangs in der Zentralschweiz in irgend einer Form unterstützt haben. Besonders danken wir:

- allen Verantwortlichen der beteiligten kantonalen und eidgenössischen Institutionen, namentlich Guido Ackermann, Thomas Briner, Christoph Jäggi, Roman Kistler, Alfred Moser, Urs Philipp, und Reinhard Schnidrig für ihre professionelle Unterstützung.
- allen Wildhütern, die uns bei der Wahl der Standorte sowie bei den Kontrollen und dem Abbruch der Fotofallen geholfen haben, insbesondere Urs Büchler, Peter Eggenberger, Hans Fischli, Roland Guntli, Alfred Moser, Erwin Osterwalder, Albert Spirig und Max Stacher.
- allen weiteren Mitarbeitern, die uns bei der Kontrolle der Fotofallen unterstützt haben, namentlich Simone Burki, Ueli Geiger, Niklaus Hardegger, Peter Spörri, Katrin Wild und Heiri Zogg.
- Martin Scholl für die technische Unterstützung.
- Klaus Robin für die Beherbergung in Uznach.

Digitale geographische Daten:
Gewässer und politische Grenzen: GEOSTAT, © Bundesamt für Statistik; Euromaps, © Bartholomew;
Bevölkerungsdichte: GEOSTAT, © Bundesamt für Statistik;
Siedlungen, Verkehrswege und Wald: Vector 200, © Bundesamt für Landestopographie; Euromaps, © Bartholomew;
Digitales Höhenmodell: DHM25, RIMINI, © Bundesamt für Landestopographie; MONA Pro Europe 250 m, © GEOSYS DATA;
Landnutzung: AS85r, AS97, © Bundesamt für Statistik GEOSTAT; CORINE Land Cover, © Bundesamt für Statistik GEOSTAT für die Schweiz und Europäische Umweltagentur für die übrigen Gebiete;
Grenzen des Alpenraumes gemäss der Alpenkonvention: © Réseau Alpin des Espaces Protégés.

Resultate des 3. intensiven Fotofallen-Durchgangs im Winter 2008/2009 im Projekt LUNO

Statusbericht Luchs Nordostschweiz Winter 2008/2009

Inhalt

1. Einleitung 7

2. Referenzgebiet 7

3. Material und Methode 8

4. Resultate und Diskussion 8

4.1. Schätzung der Dichte 10

5. Interpretation und Schlussfolgerungen 11

5. Referenzen 13

Technischer Anhang – Detaillierte Beschreibung der Methoden 14

Die Bezugsfläche 14

Intensiver Fotofallen-Einsatz 15

Schätzung von Abundanz und Dichte mittels Fang-Wiederfang Methodik 15

Referenzen 17

Zusammenfassung - Im Frühjahr 2009 führten wir das 3. Fotofallen-Monitoring im Rahmen des Projekts Luchsumsiedlung Nordostschweiz (LUNO) durch. An 52 Standorten installierten wir zusammen mit den kantonalen Jagdbehörden automatische Fotofallen, die während 70 Nächten vom 09. Februar bis zum 19. April 2009 Bewegungen fotografisch registrierten. Zwei zusätzliche Fotofallen positionierten wir im Kanton Glarus. Bei 16 Erfassungen wurden fünf selbständige Luchse in den Kantonen SG und ZH nachgewiesen. Alle fotografierten und erwachsenen Luchse waren bereits bekannt (B123, B88, Wero, Noia, Alma). Beide nachgewiesenen Weibchen führten Junge; Alma hatte eines und Noia zwei. Die Dichte der erwachsenen nachgewiesenen Luchse lag bei 0,57 pro 100 km^2. Die Anzahl der im Gebiet anwesenden selbständigen Luchse hat sich gegenüber den vorangegangenen Untersuchungen 2004/2005 und 2005/2006 von 4 auf 5-6 Luchse leicht erhöht.

Im Kanton Glarus wurde das Weibchen Aika fotografiert und ist somit immer noch in dem Gebiet anwesend, welches sie seit dem Winter 2003/2004 begeht.

Beunruhigend ist der fehlende Nachweis des Weibchen Nema im Tössstockgebiet, welches zusammen mit dem Männchen Turo seit 2005 regelmässig Junge geführt hatte. Da Wero in der heurigen Erhebung mehrmals im Gebiet des Tössstocks nachgewiesen wurde, gehen wir davon aus, dass Turo entgültig aus diesem Gebiet verdrängt worden ist. Ob Turo noch lebt und wo er sich allenfalls aufhält ist zur Zeit unbekannt.

1. Einleitung

Seit 2004 ersetzten wir die Halsbandsender der im Rahmen des Projekts LUNO umgesiedelten Luchse nicht mehr. Mit dem Wegfall der Möglichkeit die Tiere direkt zu orten waren wir für eine fortgesetzte Erfolgskontrolle zunehmend auf zufällige Beobachtungen Dritter oder auf gezielte Fotofallen-Untersuchungen angewiesen. Systematische Fotofallen-Untersuchungen gehören heute zu den Standartmethoden zur Erfassung von heimlich lebenden Tierarten (Laass 1999). Gerade bei Tierarten wie dem Luchs, welche sich dank des Fleckenmusters individuell unterscheiden lassen, eignet sich diese Methode gut zur Erfassung lokaler Bestände. In den Wintern 2004/2005 und 2005/2006 führten wir erstmals solche Untersuchungen im Kompartiment der Nordostschweiz durch (Ryser *et al* 2005 & 2006) . Da wir das Luchsumsiedlungsprojekt LUNO auf den 31.12.2009 abschliessen, wird die nunmehr vorliegende dritte Erhebung vom Frühjahr 2009 die letzte Erfolgskontrolle sein, die im Rahmen des Projektes durchgeführt wurde. Aufgrund der vorgängigen Untersuchungen und Beobachtungen erwarteten wir folgende Tiere, welche sich im Kompartiment Nordostschweiz aufhalten: Turo (letzter sicherer Nachweis 11.2008), Nema (05.2008), Wero (04.2008), Alma (Sendermarkiert, führt mindestens ein Jungtier), Noia (01.2008, führt 1-4 Jungtiere), B88 (10.2008) und B112 (09.2008). Im Kompartiment IV erwarteten wir einen Nachweis des Weibchens Aika (letzter Nachweis 03.2005). Der vorliegende Bericht stellt die Resultate des intensiven Fotofallen-Monitorings im Kompartiment II Nordostschweiz im Winter 2008/09 vor.

2. Referenzgebiet

Mit dem Ziel, eine repräsentative und mit anderen Referenzgebieten vergleichbare Untersuchungsfläche zu haben, nahmen wir bei der Verteilung der Fotofallen im Vergleich zu den vorangegangenen Untersuchungen geringfügige Veränderungen vor. Das Gebiet wurde nach Norden und Osten ausgedehnt und der Rickenpass neu integriert. Das Untersuchungsgebiet umfasst somit im Wesentlichen die Region *Tössstock* im Nordwesten, die *Churfirsten* und den *Alpstein* im Süden und Südosten, sowie die Region *Alvier* im Nordosten. Die Fläche des Untersuchungsgebiets beträgt 871 km^2 und beinhaltet 87 % des geeigneten Luchshabitats im gesamten Kompartiment II (Abb. 1).

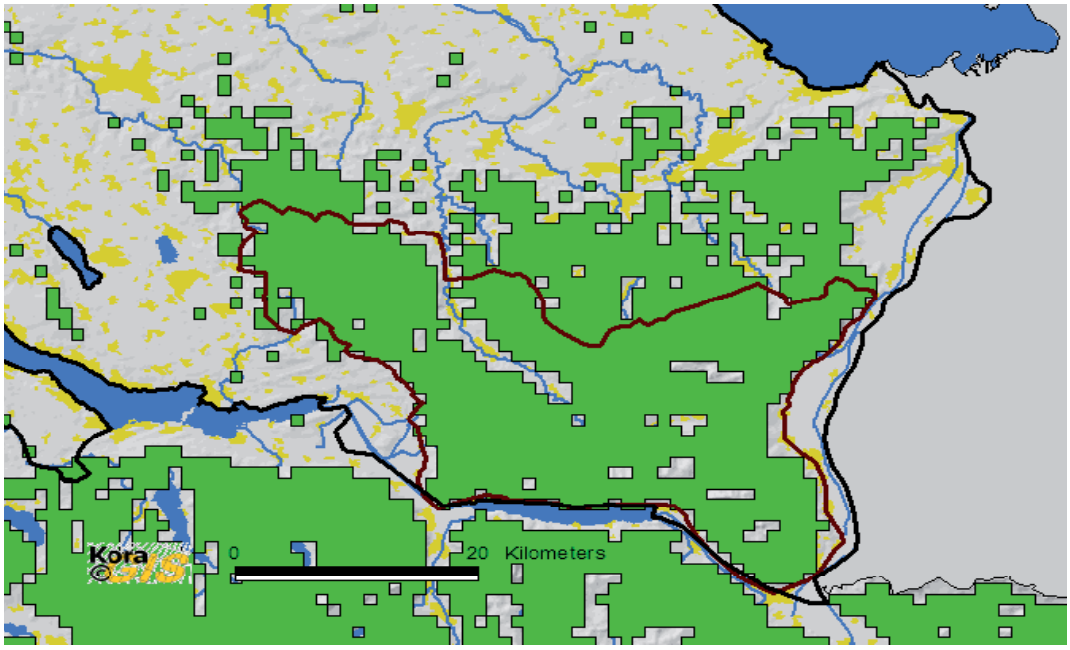

Abb. 1. Lage des Referenzgebietes Nordostschweiz. Das Referenzgebiet ist definiert durch das dunkelbraune Polygon. Die Fläche beträgt 871 km^2 und beinhaltet 87 % des geeigneten Habitats des gesamten Kompartiments II. Die dunkelgrünen Bereiche bezeichnen das geeignete Luchshabitat aufgrund eines Habitatmodells. Die schwarzen Linien kennzeichnen die Kompartimentsgrenzen.

3. Material und Methode

Innerhalb des Referenzgebietes wählten wir in Absprache mit der Wildhut und den zuständigen Behörden 52 geeignete Standorte unterhalb 1800 Meter über Meer, meist auf Forstrassen, seltener auf Wanderwegen und Wechsel. Standorte, bei denen wir in den vorangegangen Untersuchungen bereits Luchse fotografiert hatten, behielten wir bei. Zwei Fotofallen stellten wir ausserhalb des Kompartimentes II im Kanton Glarus auf. Die Standorte bestückten wir i.d.R. mit zwei parallel aufgestellten Fotofallen. Die ursprünglich auf 60 Tagen angelegte Untersuchung wurden aufgrund der schweren Schneefälle zu Beginn der Arbeit auf 70 Nächte (09. 02. bis zum 19. 04. 2009) ausgedehnt (Abb. 2). Da Luchse auf guten Fotos anhand ihres Fleckenmusters individuell identifizierbar sind, kann man aufgrund von Fang-Wiederfang Methoden ihre Fangwahrscheinlichkeit, ihre Anzahl und die entsprechenden statistischen Fehler schätzen. Jungluchse, die von ihrem Alter her noch bei der Mutter sein müssen, werden zwar bestimmt, im Fangkalender aber als Fang des residenten Weibchens (der Mutter) eingetragen. Die geschätzte Populationsgrösse gibt also die Zahl selbständiger Tiere an – standorttreue residente oder umherziehende Luchse im Dispersal (Jungendwanderung). Die berechnete Dichte der selbständigen Luchse entspricht dem Verhältnis der geschätzten Abundanz zur Fläche des Referenzgebietes und des „geeigneten Lebensraumes“ innerhalb dieses Referenzgebietes. Der „geeignete Lebensraum“ für den Luchs wird durch ein Habitatmodell von Zimmermann, 2004 definiert (siehe auch Technischer Anhang, am Ende dieses Berichtes). Dichteberechnungen bezogen auf das geeignete Habitat sind hilfreich im Vergleich mit anderen Referenzgebieten in der Schweiz.

Abb. 2. Fotofallenstandort im Flytal (SG). Wegen akuter Lawinengefahr konnte der Standort während knapp 2 Wochen nicht kontrolliert werden. In dieser Zeit fielen rund 2 Meter Schnee. Die Fotofalle (Kreis) wurde schräg auf den Weg unter ihr gerichtet. Tage später ist der Weg rund 2 Meter höher. Die zweite Fotofalle vis-à-vis ist ca. 1,8 m unter der Oberfläche.

4. Resultate und Diskussion

Im Untersuchungsgebiet wurden während der rund zweieinhalb Monaten bei 16 Erfassungen 5 selbständige und 3 juvenile Luchse in den Kantonen St. Gallen und Zürich nachgewiesen Tab.1, Abb. 3 & 4).

Die Luchse Noia, Wero, B88 und B112 wurden wiederholt auf Forststrassen und Wanderwegen erfasst (insgesamt 41 Fotos). Die beiden Männchen B88 und Wero haben wir zusätzlich auch an Rissen nachgewiesen, während die Luchsin Alma zusammen mit ihrem Jungen ausschliesslich an einem Riss nachgewiesen werden konnte.

Nach sechs Pentaden (5-Tagesblöcke) stabilisierte sich der Bestand bei vier Tieren, während die Anzahl „Fänge“ weiter zunahm (Abb. 5, Fotos an Rissen sind hier nicht berücksichtigt, siehe auch „technischer Anhang“).

Bis auf das Luchsweibchen Nema im Tössstock und das Männchen Turo (möglicherweise im östlichen Teil des Referenzgebietes) konnten wir alle erwarteten Luchse bestätigen: die Männchen Wero, B88 und B112, sowie die Weibchen Noia und Alma. Beide Weibchen führten zudem Junge: Alma eines, Noia zwei. Bei B112 konnten wir erstmals das vermutete männliche Geschlecht anhand eines Fotos bestätigen. Es wurden keine uns unbekannten Luchs fotografiert.

Luchse wurden an 7 der 52 Standorten fotografiert (13,5 %, Abb. 4). Die positiven Standorte liegen im nordwestlichen Teil des Untersuchungsgebiets (Tössstock, 3 Standorte) und betreffen das Luchsmännchen Wero und in der Region des Speer (4

Ramisbach, 21.02.09, B112

Ramisbach, 01.04.09, B88

Rittersberg, 09.03.2009, R100, Jungluchs

Rittersberg, 09.03.2009, R101, Jungluchs

Haldenwald, 23.03.09, Wero

Ramisbach II, 02.03.2009, Noia

Abb. 3. Luchse können anhand ihres Fellmuster individuell identifiziert werden. Auswahl von fotografierten Luchsen im intensiven Fotofallen-Durchgang 2008/2009 im Kompartiment II Nordostschweiz.

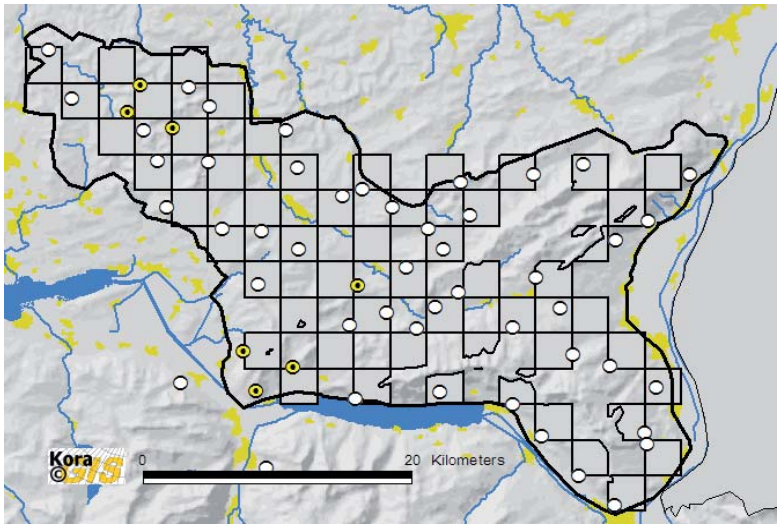

Abb. 4. Verteilung der Fotofallen in der Nordostschweiz. Bei den gelb markierten Standorten wurden Luchse fotografiert.

Standorte) mit dem Weibchen Noia und ihren beiden Jungen, sowie den beiden Männchen B88 und B112.

Das sendermarkierte Weibchen Alma, das zusammen mit seinem Jungen in der Region Alpstein unterwegs ist, konnte nur dank einem Riss fotografisch dokumentiert werden. Der Riss wurde anlässlich einer gezielten Suche aufgrund der GPS-Lokalisationen aus dem Senderhalsband vom Wildhüter gefunden.

Bemerkenswert war der Nachweis des Männchens B112 am Speer, bzw. im Wohngebiet von Männchen B88. Das Wohngebiet von B112 befindet sich – bestätigt durch verschiedene Fotofallenbilder zwischen 2006 und 2008 – in der Region Alpstein. Dieser offensichtliche Ausflug aus seinem eigentlichen Wohngebiet ist im Zusammenhang mit der Paarungszeit zu sehen und nur „kurzfristig“. Solch ranzbedingten Ausflüge sind bei männlichen Luchsen vor allem in Regionen mit tiefer Luchsdichte nicht selten zu beobachten (Breitenmoser *et al.* 1993). Ende April 2009 wurde B112 durch eine Fotofalle der Hochschule Wädenswil im Kanton Appenzell Innerhoden erfasst (R. Graf). Damit dürfte er wieder in sein eigentliches Wohngebiet zurückgekehrt sein.

Eine Luchsspur, die wir beim Aufstellen der Fotofallen am Buchser Berg oberhalb Buchs (SG) gefunden haben, könnten sowohl von den beiden Männchen B88 und B112, als auch von Turo stammen, der am 02.11.2008 oberhalb Grabs an einem Riss fotografiert worden war. Während der 70tägigen Untersuchungsperiode wurden in dieser Region keine weiteren Spurenfunde und auch keine Fotos von Luchsen gemacht.

4.1. Schätzung der Dichte

Die mittlere individuelle Fangwahrscheinlichkeit pro Pentade betrug 0,44. Diese sehr präzise Schätzung beruht darauf, dass die vier Tiere bis zu 11 Mal erfasst wurden. Die errechnete Anzahl Luchse nach Modell Mh entspricht 4 ± 0,8 selbs-

Tab. 1. Anzahl der Nachweise einzelner selbständiger Luchse im Referenzgebiet K-II Nordostschweiz während des Durchgangs Winter 2008/2009.

Luchs	Anzahl Erfassungen auf Wechseln	Anzahl Erfassungen an Rissen	Bekannt seit
Erfassungen im Referenzgebiet			
Wero	11	4	2007
B88	4	3	2003
B112	11	0	2005
Noia + 2 juv	3	0	2007
Alma + 1juv	0	1	2008
Erfassungen Kt. Glarus			
Aika	0	1	2003

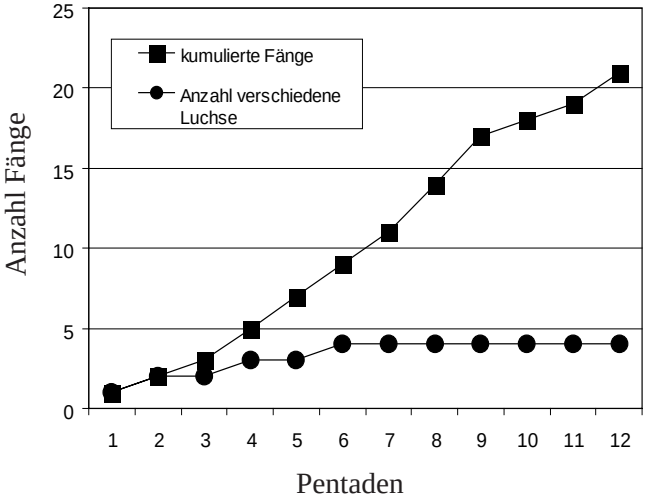

Abb. 5. Entwicklung der Anzahl Fänge und der Anzahl verschiedener Luchse über die 12 Pentaden. Nach 6 Pentaden war die Maximalzahl der verschiedenen Luchse erreicht, obwohl weitere Fotofallenfänge stattfanden.

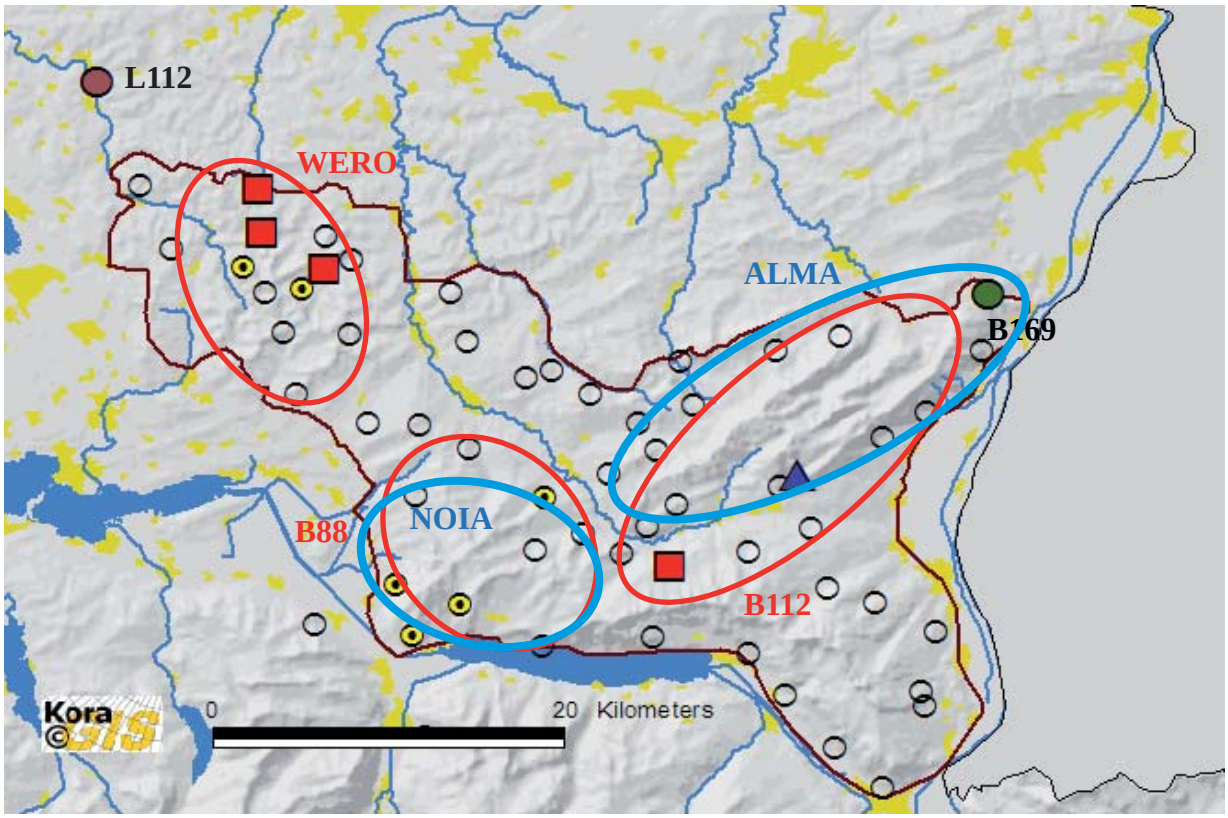

Abb. 6. Verteilung der Aufenthaltsgebiete der erwachsenen Luchse: rote Ellipsen = Männchen, blaue Ellipsen = Weibchen. Durch Fotos bestätigte Zufallsbeobachtungen im Sommer/Herbst 2009: brauner Punkt = L112; blaues Dreieck = Alma; grüner Punkt = B169; rote Vierecke = Wero, bzw. B112; Schwarz umrandet ist das Referenzgebiet mit den Fotofallenstandorten dargestellt.

tändiger Luchse im Referenzgebiet. Somit sind auf den Forstrassen und Wechseln 100% der geschätzten Luchse fotografiert worden. Wir wissen allerdings, dass ein weiteres Weibchen im Gebiet anwesend war, welches wir „nur“ an einem Riss dokumentieren konnten. Immerhin liegt dieses Tier noch im Konfidenzintervall und damit in der rechnerischen Schätzung. Trotzdem, bedingt durch die geringe Anzahl Tiere zeigen sich hier die Grenzen dieser Methode.

Unter der optimistischen Annahme, dass es sich bei erwähntem Spurenfund um ein sonst nicht erfasstes Tier handelt, betrug die Dichte selbständiger Luchse im Untersuchungsgebiet der Nordostschweiz (871 km^2) 0,7 Luchse pro 100 km^2, bezogen auf das geeignet Habitat lag die Dichte bei 0,8 Tieren pro 100 km^2. Die Dichte selbständiger tatsächlich nachgewiesener Luchse lag bei 0,57 pro 100 km^2. Die Dichte im geeigneten Habitat (736 km^2) lag bei 0,68 pro 100 km^2. Die Anzahl der im Gebiet anwesenden selbständigen Luchse hat sich gegenüber den vorangegangenen Untersuchungen 2004/2005 und 2005/2006 von 4 auf 5-6 Luchse leicht erhöht.

5. Interpretation und Schlussfolgerungen

Die im Untersuchungsgebiet fotografierten erwachsenen Luchse waren uns bereits bekannt. Da wir bis auf das Luchsweibchen Alma alle Tiere gleich mehrmals erfasst haben, gehen wir davon aus, dass sich mit einiger Wahrscheinlichkeit keine weiteren Luchse in diesem Gebiet aufhalten. Einzig die zu Beginn gefundene Luchspur könnte auf einen weiteren Luchs – Turo – deuten, allerdings kann die Spur auch von den beiden Männchen B88 oder B112 stammen. Die Möglichkeit, dass es sich allenfalls um Turo handelt, basiert auf der Tatsache, dass dieser offenbar von Wero aus seinem angestammten Revier im Tössstock verdrängt und Anfangs November 2008 in der Nähe der gefundenen Spur fotografiert worden war. Ob und wo Turo allenfalls lebt, wird sich in den kommenden Monaten zeigen, da

von ihm immer wieder Risse gefunden wurden und er so durch das extensive Monitoring der Wildhut nachgewiesen werden könnte. Im Verlauf des Sommers und Herbst 2009 wurden zufällig oder durch den extensiven Einsatz von Fotofallen durch die Wildhüter (SG) bzw. der Luchsbeauftragten (ZH) acht dokumentierte Luchsnachweise erbracht (Tab. 2, Abb. 6). Vier Beobachtungen betreffen das Luchsmännchen Wero in der Region Hulftegg/Tössstock, ein weiteres Foto zeigt mit grosser Wahrscheinlichkeit B112. Ein weiterer Luchs wurde am Südhang des Alpsteins zufällig von einem Jäger beobachtet und fotografiert. Analysen der Bilder zeigen, dass es sich um das Jungtier von Alma, B169, handelte, welches sich zu diesem Zeitpunkt bereits von seiner Mutter getrennt hatte, sich aber noch im mütterlichen Wohngebiet aufhielt. Am 13. September 2009 gelang es einem im Rahmen des zürcherischen Luchsmonitoring tätigen Mitarbeiter an einem Riss mittels Fotofalle einen Luchs nördlich des Untersuchungsgebietes zu dokumentieren. Aufgrund der Fleckung vermuten wir, dass es sich bei diesem Luchs um den im Oktober 2008 in Wald nachgewiesenen Jungluchs „U100“ handelt. Der Luchs mit Jahrgang 2008 wurde von Anwohnern in ihrem Garten entdeckt und durch das Fenster fotografiert. Vermutlich war das Tier verwaist und auf der Suche nach Futter. Möglicherweise handelte sich um ein Geschwister des Jungluches B168, welcher 2008/2009 im Kanton Thurgau verwaist aufgetaucht und im Frühjahr 2009 in Tägerwilen (TG) tot aufgefunden war. Leider erlaubt das Foto keine absolut eindeutige Identifikation, allerdings stimmen die erkennbaren Flecken soweit überein, dass die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um ein und denselben Luchs handelt sehr gross ist. Eine weitere spannende Beobachtung betrifft das Weibchen Alma, welche im Oktober 2009 oberhalb Wildhaus mit zwei Jungen dokumentiert wurde.

Tab. 2. Durch Fotos bestätigte Zufallsbeobachtungen im Sommer/Herbst 2009

Luchs	Wann	Region	Art der Beobachtung
Wero	Sep. 2009	Hulftegg	Fotofalle auf Wechsel
Wero	08.08.2009	Hulftegg	Fotofalle auf Wechsel
Wero	April 2009	Bennenmoos	Fotofalle an Riss
Wero	13.09.2009	Libigen	Fotofalle an Riss
B112	12.09.2009	Alt St. Johann	Direktbeobachtung, Identifikation nicht sicher
B169	11.08.2009	Oberriet	Direktbeobachtung, Junges von Alma, geboren 2008
Alma	06.10.2009	Wildhaus	Direktbeobachtung, mit zwei Jungen
L112	14.09.2009	Turbental	Fotofalle an Riss

5. Referenzen

Breitenmoser, U., P. Kaczensky, M. Doerer, C.Breitenmoser-Wuersten, S. Capt, F. Bernhart, M. Liberek. 1993. Spatial organization and recruitment of lynx (Lynx lynx) in a re-introduced population in the Swiss Jura Mountains. Journal of Zoology (231):449-464.

Laass, K. 1999. Evaluation von Photofallen für ein quantitatives Monitoring einer Luchspopulation in den Schweizer Alpen. Universität Wien, Wien.

Ryser, A., K. v. Wattenwyl, C. Willisch, I. Leathwood, F. Zimmermann und U. Breitenmoser. 2005. 1. Monitoringbericht LUNO2. Statusbericht Luchs Nordostschweiz Winter 2004/2005. KORA Bericht Nr. 31, pp 29.

Ryser, A., K. v. Wattenwyl, F. Zimmermann und U. Breitenmoser. 2006. 2. Monitoringbericht LUNO2. Statusbericht Luchs Nordostschweiz Winter 2005/2006. KORA Bericht Nr. 34, pp 23.

Zimmermann, F. 2004. Conservation of the Eurasian lynx (Lynx lynx) in a fragmented landscape – habitat models, dispersal, and potential distribution. PhD Thesis, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Switzerland.

Technischer Anhang – Detaillierte Beschreibung der Methoden

Das Erfassen von schwer beobachtbaren Tierarten mittels automatischer Kameras ist in den vergangenen Jahren eine bedeutende Methode im Monitoring geworden. Diese nicht-invasive Methode erlaubt nicht nur den Artnachweis, sondern bei allen Arten, die individuell erkennbare Merkmale haben, eine eigentliche Populationsschätzung mittels Fang-Wiederfang-Statistik. Sowohl in der Praxis als auch in der Theorie ist das Fotofallen-Monitoring allerdings noch in Entwicklung. Technisch bessere Geräte und weiter entwickelte Auswertungsprogramme sind fast jedes Jahr erhältlich. Aber auch die Anwendung im Feld, vor allem was die art- und habitatspezifischen Umsetzung der Theorie angeht, ist noch nicht abgeschlossen.

Die Bezugsfläche

Eine der weiterhin diskutierten Fragen betrifft die korrekte Wahl der Bezugsfläche für die Berechnung der Dichte (Anzahl Tiere pro Flächeneinheit, beim Luchs meistens 100 km²).

Puffer-Methode. Die Puffer-Methode ist eine in der wissenschaftlichen Literatur beschriebene und weit verbreitete Methode zur Dichteschätzung von „territorialen“ Tierpopulationen. Sie berücksichtigt, dass die äussersten Fotofallen (die Eckpunkte des Konvex-Polygons, Abb. 1) eines Untersuchungsgebiets nicht zwangsläufig auch an der äusseren Reviergrenze der am Rand der beobachteten Population lebenden Tiere stehen, sondern dass ein Teil der Reviere dieser Individuen ausserhalb des Untersuchungsgebiets liegt. Der Puffer um das Konvexpolygon entspricht der Hälfte des Mittelwerts der maximalen Distanzen aller Tiere, die mindestens an zwei verschiedenen Standorten fotografiert wurden (Karanth & Nichols 1998). Der Mittelwert dieser Distanz repräsentiert den mittleren Durchmesser eines individuellen Reviers, und die Pufferzone entspricht damit dem Radius, das heisst der möglichen Ausdehnung der Reviere der äussersten fotografierten Luchse ausserhalb des Polygons. Die Anwendung der Puffer-Methode ist im durch hohe Bergkämme, Seen und stark besiedelten Tälern stark gekammerten Alpenraum weniger sinnvoll als in uniformem Gelände und Habitat, da sie bei uns oft Gebiete jenseits unüberwindbarer Barrieren einschliesst. Zudem werden die Bewegungen der Luchse – und damit die beobachteten Maximaldistanzen zwischen Fotos des gleichen Individuums – namentlich im Spätwinter nicht nur durch die Grösse der Wohngebiete, sondern auch durch die Ranzzeit bestimmt, wo einzelne Tiere Ausflüge ausserhalb ihrer Reviere machen. Dies beeinflusst die Berechnung des Puffers und kann zu starken zufälligen Schwankungen von Durchgang zu Durchgang führen, nicht zuletzt weil die Berechnung der maximalen Distanzen immer auf eine geringe Anzahl Luchse beruhen. Die Ranzzeit kann jedoch auch zu einer Überschätzung der Dichte führen, falls während eines Durchgangs Luchse von ausserhalb des Untersuchungsgebiets Ausflüge ins Referenzgebiet machen. Diese Methode wurde im Rahmen des Projektes LUNO nicht angewandt.

Referenzgebiet. In der Schweiz ist man in den letzten Jahren dazu übergegangen, in jedem Grossraubiter- Managementkompartiment ein bis mehrere Referenzgebiete mit fixen Grenzen als Bezugsfläche zu definieren. Die Grenzen des Referenzgebiets sind so gewählt, dass sie gemäss unseren Kenntnissen vom Raumverhalten der Luchse so gut wie möglich mit den Grenzen vermuteter Luchsreviere übereinstimmen. Die Reviergrenzen verlaufen in der Regel entlang natürlicher oder künstlicher Barrieren wie stark besiedelte Täler oder entlang markanter Reliefstrukturen.

Das *Referenzgebiet K-II Nordostschweiz* umfasst 54 Rasterzellen zu 2,7 km Seitenlänge (Abb. 1). Raster mit mehr als 2/3 ihrer Fläche oberhalb 1800 Meter werden dabei nicht mit Fotofallen bestückt, da die Wahrscheinlichkeit einen Luchs in dieser Höhe zu fotografieren sehr gering ist (Laass 1999). In den übrigen Quadratzellen wurde jeweils in jeder zweiten Zelle ein Fotofallenstandort an einem möglichst optimalen Standort gewählt. War dies aus irgendeinem Grund nicht möglich, wurde ein Standort in einem benachbarten Quadrat gewählt. Das Referenzgebiet Nordostschweiz umfasst 53 Standorte.

Geeignetes Habitat. Stark besiedelte Gebiete, intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen, Seen, grössere Flüsse und die alpine oder nivale Zone sind kein geeigneter Lebensraum für den Luchs und werden nie oder nur selten aufgesucht (Zimmermann 2004; Zimmermann & Breitenmoser 2002). Der Anteil der für den Luchs ungeeigneten Flächen

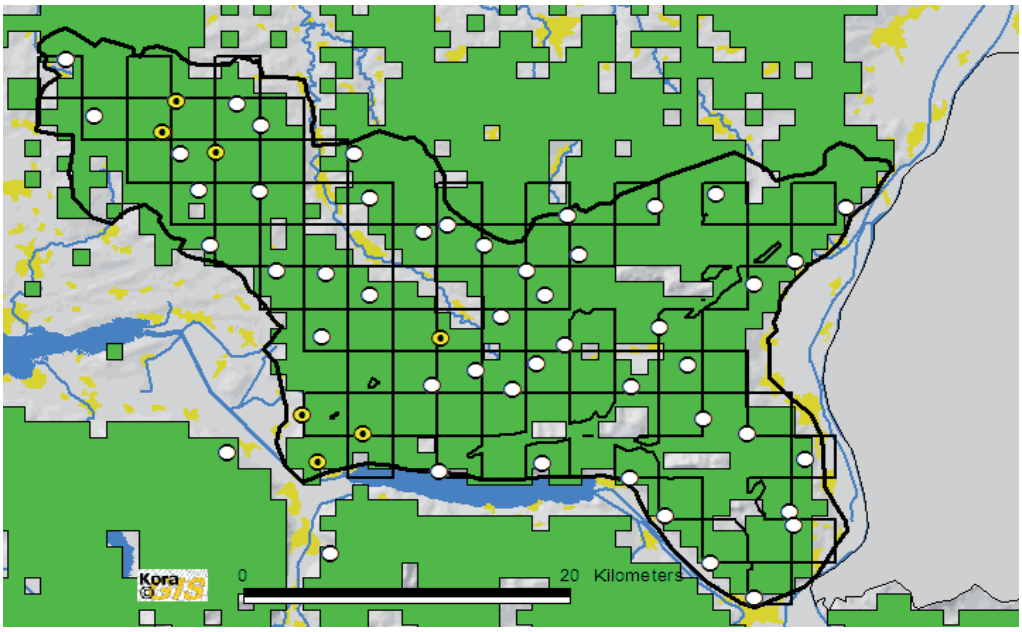

Abb. 1. Die schwarze Linie begrenzt das Referenzgebiet Nordostschweiz. Die Quadrate bezeichnen die Zellen mit einem Drittel oder mehr ihrer Fläche unterhalb 1800 Meter. Gelb markierte Standorte haben mindestens einmal einen Luchs erfasst.

ist aber in jedem Kompartiment unterschiedlich und namentlich im Jura – wo alpine Gebiete fehlen – anders als in den Alpen. Zum Vergleichen der Luchsdichten zwischen Referenzgebieten ist deshalb die absolute Dichte ungeeignet. Wir berechnen deshalb die Dichte auch für das „geeignete Habitat“ definiert mittels des Habitatmodells nach Zimmermann (2004). Das Habitatmodell wurde aufgrund mehrerer tausend radiotelemetrischer Peilungen berechnet und umfass im Wesentlichen den Wald, Gebüsche, aber auch offenere Gebiete (z.B. Wiesen und Weiden) in Waldnähe.

Intensiver Fotofallen-Einsatz

Um die regelmässige Verteilung der Fotofallen zu gewährleisten und mit anderen Fotofallen-Einsätzen kompatibel zu sein, wurde ein 2,7 x 2,7 km Raster auf das Untersuchungsgebiet gelegt (nach Laass 1999). In jedem zweiten Raster wurde ein Fotofallenstandort gewählt und mit zwei einander gegenüber stehenden Fotofallen bestückt, um mindestens einmal beide Flanken der Tiere gleichzeitig erfassen zu können, was eine eindeutige Identifikation der Luchse ermöglicht (Zimmermann *et al.* 2007a, b). Während ihrer längeren Verschiebungen benutzen Luchse regelmässig leicht begehbare Passagen wie Forststrassen. Die gewählten Standorte waren entlang Forststrassen, Wanderwegen und gelegentlich Wildwechseln aufgestellt. Die Geräte wurden alle 6 bis 7 Tage kontrolliert, um Akkus, Batterien und Filme zu ersetzen und falls nötig die Fotofallen von Schnee und Eis zu reinigen und defekte oder zerstörte Geräte auszutauschen.

Minimale Anzahl Luchse. Die Zahl der verschiedenen identifizierten Luchse entspricht der minimalen Anzahl in der Population. Um die fotografierten Luchse individuell zu bestimmen, wird jedes Bild mit allen Bildern von bekannten Luchsen aus dem früheren Fotofallenmonitoring oder Telemetriestudien unserer Referenzdatenbank verglichen. Da das Fleckenmuster beider Flanken eines Individuums unterschiedlich ist, müssen für eine eindeutige Identifikation beide Seiten bekannt sein (Zimmermann et al. 2007a, b); daher der Einsatz der gegenüberliegenden Kameras.

Schätzung von Abundanz und Dichte mittels Fang-Wiederfang Methodik

Absolute Zählungen einer Population sind unmöglich. Zum Beispiel werden beim Reh nur 30-50% des Bestands während einer Zählung erfasst (z.B. Andersen, 1953; Cederlund *et a*l. 1998). Die Fang-Wiederfang Methodik erlaubt aufgrund der Proportionalität zwischen Neu- und Wiederfängen (der be-

reits bekannten Tiere) die Schätzung der Population. Wenn Tiere anhand natürlicher oder künstlicher Merkmale identifizierbar und von andern Individuen unterscheidbar sind, kann man aufgrund von Wiederfängen (hier: wiederholtem Fotografieren) ihre Anzahl, ihre Fangwahrscheinlichkeit und die entsprechenden statistischen Fehler (Standardfehler) schätzen (Jennelle *et al*. 2002 , Karanth 1995). Das Fang-Wiederfang Prinzip wurde zum ersten Mal im Jahr 1662 angewendet um die Bevölkerung von London zu schätzen. Erst 150 später hat Laplace die Grundformel schriftlich festgehalten: wenn die Fangwahrscheinlichkeit aller Individuen identisch ist, ist der Anteil der markierten Individuen in der Wiederfang- Stichprobe identisch mit jener der insgesamt markierten Individuen in der Gesamtpopulation. Da die Anteile sowie die Anzahl markierter Individuen in der Population bekannt sind, kann die Grösse der Gesamtpopulation daraus abgeleitet werden. Die neusten Algorithmen basieren auf diesem Prinzip, sie berücksichtigen aber, dass die Fangwahrscheinlichkeit sowohl zeitlich als auch individuell variieren kann. Für diese Schätzung ist wichtig, dass kein Tier der Population im Untersuchungsgebiet eine Fangwahrscheinlichkeit von Null hat. Diese Annahme bestimmt die minimale Dichte der Fotofallenstandorte, die so gewählt werden muss, dass das kleinste bekannte Revier der untersuchten Art mindestens einen Standort enthält (Karanth & Nichols 1998, 2002). Um Berechnungen zum Schätzen geschlossener Populationen anwenden zu dürfen (z.B. Otis *et a*l. 1978), muss die Population im Untersuchungsgebiet während des ganzen Durchgangs „geschlossen“ sein, das heisst, dass keine zusätzlichen Tiere dazukommen (Geburt oder Immigration) oder verschwinden (Tod oder Emigration). Der Fotofalleneinsatz wird im Winter während 60 Nächten (2 Monaten) durchgeführt, eine Zeit ohne Geburten und kurz genug, damit diese Bedingung bei einer Art wie dem Luchs annähernd erfüllt ist.

Schätzung der Anzahl Tiere

Eine Zeitspanne von fünf aufeinanderfolgenden Nächten (Pentade) bildet eine Fanggelegenheit (Zimmermann *et al*. 2006). Pro Fanggelegenheit wird für jedes Individuum angegeben, ob es mindestens einmal („1“) oder nicht („0“) gefangen wurde. Jede individuelle Fanggeschichte bildet einen Vektor mit einer Reihe von „1“ oder „0“ die der Zahl der Fanggelegenheiten entspricht. Alle Vektoren zusammen bilden zusammen eine X-Matrix, den so genannten Fangkalender (Otis *et al*. 1978, Tab.1). Der Fangkalender der einzelnen Luchse wurde mit dem Modul CAPTURE des Programms MARK für geschlossene Populationen analysiert (White & Burnham 1999). Zum Testen der Geschlossenheit der Population verwendeten wir das Programm CLOSETEST (Stanley & Richards 2004). Die Modellselektionsroutine im Programm MARK wählt das geeignetste Modell unter 8 möglichen Modellen aus, die unter der Annahme der Geschlossenheit der Population gültig sind (Otis et al. 1978). Darunter M0: alle Individuen haben dieselbe Fangwahrscheinlichkeit und Mh: die Fangwahrscheinlichkeiten zwischen den Individuen sind nicht identisch aber ändern sich nicht im Verlauf des Durchgangs.

Wir schätzen mit dem Fotofallen-Monitoring die Zahl der selbständigen Luchse im Referenzgebiet oder in der Bezugsfläche. Selbständige Luchse sind residente (das heisst revierbesitzende und standorttreue) adulte Männchen und Weibchen und selbständige, aber nicht sesshafte Tiere (in der Regel subadulte Luchse im zweiten Lebensjahr, die noch im Dispersal sind). Männchen, Weibchen, adulte und subadulte lassen sich auf Fotos meistens nicht unterscheiden. Die einzige differenzierbare Klasse sind die Jungluchse. Die werden aber in der Populationsschätzung nicht angegeben, weil sie mit Fotofallen kaum vollständig zu erfassen sind und weil ihre Zahl aufgrund der hohen Mortalität im ersten Lebensjahr ändert. Ein Foto eines Jungluchses wird aber als Fang seiner Mutter, das heisst des residenten Weibchens im Fangkalender eingetragen, weil zu dieser Jahreszeit Jungluchse nie weit von der Mutter entfernt sind.

Die Dichte der unabhängigen Luchse entspricht dem Verhältnis der geschätzten Abundanz zur Schätzfläche A). Die individuelle mittlere Fangwahrscheinlichkeit pro Pentade war für die beiden Modelle M0 und Mh gleich und betrug 0,44. Die Modellselektionsroutine des Programms CAPTURE bewertet das Modell M0 als das geeignetste Modell. Das Modell Mh erhielt die zweitbeste Bewertung nach M0. Die Schätzung nach Mh wurde weiter benutzt um die Dichte zu berechnen. Die geschätzte Anzahl Luchse entspricht 4 ± 0,9 selbständigen Luchsen in der Schätzfläche nach Mh, respektive 4 ± 0,06 nach

M0. In beiden Fällen sind 100% der geschätzten Luchse tatsächlich fotografiert worden. Die Schätzung der Anzahl Tiere im K-II und die Dichte im Referenzgebiet und im geeigneten Habitat ist im voranstehenden Bericht wiedergegeben.

Tab. 1. Fangkalender. Jeweils 5 Tage werden in einer Pentade zusammengefasst. Eine „0“ bedeutet dass der betreffende Luchs innerhalb dieser Pentade nicht fotografiert wurde, eine „1“ dass er in diesen 5 Tagen mind. einmal erfasst worden war. Blau markiert sind die jeweiligen Erstfänge.

Pentade	Pentade 01	Pentade 02	Pentade 03	Pentade 04	Pentade 05	Pentade 06	Pentade 07	Pentade 08	Pentade 09	Pentade 10	Pentade 11	Pentade 12	Fänge/Luchs	Geschlecht
B88	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	**4**	**M**
B112	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	**7**	**M**
Wero	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	**6**	**M**
Noia	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	**4**	**F**

Referenzen

Andersen, J. 1953. Analysis of the Danish roe deer population based on the extermination of the total stock. Danish Review of Game Biology 2: 1 7-155.

Cederlund, G., J. Bergqvist, P. Kjellander, R. Gill, J.M. Gaillard, B. Boisaubert, P. Ballon & P. Duncan. 1998. Managing roe deer and their impact on the environment: maximizing the net benefits to society. Pages 337-371 in R. Anderson, P. Duncan & J.D.C. Linnell, editors. The European Roe Deer: The Biology of Sucess. Scandinavian University Press.

Jennelle, C. S., M. R. Runge, and D. I. MacKenzie. 2002. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals: a comment on misleading conclusions.Animal Conservation 5: 199-1 0.

Karanth, K. U. (1995). Estimating tiger Panthera tigris populations from camera-trap data using capture-recapture models. Biological Conservation 71: 333-338.

Karanth, K. U., and J. D. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. Ecology 79: 85 - 86 .

Karanth, K. U. & J. D. Nichols 2002. Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia. Centre for Wildlife Studies, Bangalore.

Laass, J. 1999. Evaluation von Photofallen für ein quantitatives Monitoring einer Luchspopulation in den Schweizer Alpen. Diplomarbeit, Universität Wien, Wien.

Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildlife Monographs 62: 1-135.

Stanley T. R., and J. D. Richards. 2004. CloseTest version 3.0, a program for testing capture-recapture data for closure. US Geological Survey, Fort Collins Science Center, Colorado, USA.

White, G. C. and K. P. Burnham. 1999. Program MARK survival estimation from populations of marked animals. Bird Study 46:1 0-138.

Zimmermann, F. (2004). Conservation of the Eurasian lynx (Lynx lynx) in a fragmented landscape –

habitat models, dispersal, and potential distribution. PhD Thesis, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Switzerland.

Zimmermann, F. & U. Breitenmoser. 2002 . A distribution model for the Eurasian lynx (Lynx lynx) in the Jura Mountains, Switzerland. Pages 653-660 in J. M. Scott, P. J. Heglund, F. Samson, J. Haufler, M. Morrison, M. Raphael, and B. Wal, editors. Predicting species occurrences: Issue of accuracy and scale. Island Press, Covelo.

Zimmermann, F., J.-M. Weber, A. Molinari-Jobin, A. Ryser, K. von Wattenwyl, A. Siegenthaler, P. Molinari, C. Angst, C. Breitenmoser-Würsten, S. Capt, and U. Breitenmoser. KORA-Bericht 35: 1-64.

Zimmermann, F., J. Fattebert, Ch. Breitenmoser-Würsten & U. Breitenmoser. 2007a. Abundanz und Dichte der Luchse: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im nördlichen Schweizer Jura. KORA Bericht 37d: 1- 4.

Zimmermann, F., A. Molinari-Jobin, Ch. Breitenmoser-Würsten & U. Breitenmoser. 007b. Estimation of Lynx (Lynx lynx) Densities in the Swiss Alps Using Photographic Capture- Recapture Sampling. P. 58 in Hughes, J. & R. Mercer (compilers). 2007. Programme and Abstracts, Feli Biology and Conservation Conference, 17- 0 September 2007, Oxford,UK

ser. 2006. Monitoring der Raubtiere in der Schweiz 2005. KORA-Bericht **35:** 1-64.

Zimmermann, F., J. Fattebert, Ch. Breitenmoser-Würsten & U. Breitenmoser. 2007a. Abundanz und Dichte der Luchse: Fang-Wiederfang-Schätzung mittels Fotofallen im nördlichen Schweizer Jura. KORA Bericht **37d:** 1-24.

Zimmermann, F., A. Molinari-Jobin, Ch. Breitenmoser-Würsten & U. Breitenmoser. 2007b. Estimation of Lynx (Lynx lynx) Densities in the Swiss Alps Using Photographic Capture-Recapture Sampling. P. 58 in Hughes, J. & R. Mercer (compilers). 2007. Programme and Abstracts, Felid Biology and Conservation Conference, 17-20 September 2007, Oxford, UK.