

Überlebensdauer, Todesursachen und Raumnutzung gezüchteter Auerhühner (*Tetrao urogallus* L.), ausgewildert im Nationalpark Harz

Ralf Siano, Franz Bairlein, K.-Michael Exo, Sven Alexander Herzog

Siano R, Bairlein F, Exo K-M, Herzog SA: Survival, causes of death and spacing of captive-reared Capercaillies (*Tetrao urogallus* L.) released in the Harz Mountains National Park. *Vogelwarte* 44: 145–158.

From 1999 to 2003, 83 captive-reared Capercaillies were fitted with transmitters, released in the Harz Mountains region, and subsequently tracked by radio telemetry. The purpose was to achieve an effective record of survival chances, spacing, habitat use and feeding habits of the released birds, in order to evaluate the success of the project and to improve measures for future reintroduction projects.

Some 23% (n = 18) of the radio-marked birds survived until either the transmitter or contact was lost. The median survival duration was 13 days, whereby hens (18 days) survived longer than cocks (12 days). The highest losses (79%, n = 48) occurred within the first four weeks after release. Of 61 deaths recorded, 62% were victims of foxes, 10% were killed by Goshawks, and 7% by Lynxes. In addition to mortalities where cause of death was unclear, individual birds were killed by traffic, dogs or died of under-nourishment. The main causes of the high mortality rate can be sought in the physiological and ethological deficits, which result from rearing in captivity. These include in particular a lack of predator-experience, and a probable inability to adjust adequately to food sources in the wild. Additionally, 5% of the losses were related to predators attracted to the area of the acclimatization pen.

The released birds had activity ranges (“search areas”) from less than 1 ha to up to 17.000 ha, whereby the majority of activity ranges (77%) comprised up to 1.000 ha. The recorded size of the activity range, as well as the maximum distance from the release site, increased with the length of the location period. The wide-ranging dispersal of the released birds in some cases was not only due to the generally marked dispersion of the juvenile Capercaillies, but possibly also to the unsuitability of the habitat at the release sites. Within the activity ranges birds established smaller centres of activity, which they frequented until at least death, or loss of the transmitter. The size of the activity centres (n = 17) varied between 0.5 and 327 ha.

In 70% of all cases, the birds covered a daily distance of not more than 500 m. Some 67% of all locations fell within a radius of 3 km from the release site. The greatest distances recorded were up to a maximum of 22 km (♀).

Arising from project experience, release direct from transport boxes is recommended. This helps to avoid additional losses at the acclimatization pen, and the release site can be selected more flexibly. Other improvement measures in the rearing and release methods are essential (e.g. early intensified diet provision appropriate to the species, training programmes, adequate disease prophylaxis), without which further releases of captive-reared grouse into the wild can no longer be justified.

RS & SAH: Technische Universität Dresden, Dozentur für Wildökologie und Jagdwirtschaft, PF 1117, 01735 Tharandt; Email: alf@plauener.de, herzog@forst.tu-dresden.de; FB & KME: Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, An der Vogelwarte 21, 26386 Wilhelmshaven, E-Mail: franz.bairlein@ifv.terramare.de, michael.exo@ifv.terramare.de

1. Einleitung

Ehemals in Mitteleuropa weit verbreitet, beschränken sich die Vorkommen des Auerhuhns heute im Wesentlichen auf wenige Gebirgs- und Mittelgebirgslagen (Glutz v. Blotzheim et al. 1973; Bauer & Berthold 1996; Klaus et al. 1989; Klaus 1997; Bergmann et al. 2003). Im letzten Verbreitungsgebiet Niedersachsens, dem Harz, starb das größte Raufußhuhn in den 1930er Jahren aus (Knolle 1973). Als Hauptursachen für den Rückgang werden Habitatverluste, Waldweide, Zerstörung von Waldameisennestern, anhaltend ungünstige Klimabedingungen während der Kükenaufzuchtphase, Bejagung und das Einsammeln von Eiern genannt (Haarstick 1992; Eichler & Haarstick 1995). Insbesondere in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts waren in den Hochlagen des Harzes

durch katastrophentypische Naturereignisse und Insektenkalamitäten wieder auerhuhngerechte Lebensräume (lückige, mehrstufige und heidelbeerreiche Fichtenbestände) entstanden (Haarstick 1992). Dies führte 1974 nach Beschluss des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zur Begründung eines Wiederansiedlungsprojektes. Im Forstamt Lonau begann man in einem projekteigenen Gehege mit der Zucht von Auerhühnern. Von 1978 bis 2003 wurden jährlich durchschnittlich 40 Auerhühner ausgewildert, was zwischenzeitlich zu einem Freilandbestand von ca. 60 bis 80 Vögeln führte (Schwarzenberger unpubl. Bericht). Balzplätze mit mehreren Hähnen und natürliche Reproduktion konnten ab den 1980ern regelmäßig nach-

gewiesen werden (Haarstick 1992). Dennoch gelang es nicht, eine sich selbst tragende Population aufzubauen. Trotz weiterer kontinuierlicher Auswilderungen musste in den Jahren 1997 bis 1999 ein gravierender Bestands-einbruch verzeichnet werden (Schwarzenberger unpubl. Bericht). Daraufhin wurde eine umfangreiche Begleituntersuchung initiiert. Beschränkte sich die Begleitforschung zuvor im Wesentlichen auf Bestandserhebungen, wurden 1999 bis 2003 vier primäre Untersuchungsziele verfolgt. Die Erfolgskontrolle und Optimierung der Auswilderung sind dabei als Hauptziele zu nennen. Dabei sind unter Anwendung der Telemetrie u. a. Daten zu den Überlebenschancen, der Raum- und Habitatnutzung sowie der Ernährung erfasst worden. Im Folgenden sollen Ergebnisse zu Überlebensdauer, Todesursachen sowie der Raumnutzung vorgestellt werden. Darauf aufbauend werden allgemeine Empfehlungen für zukünftige Auswilderungsprojekte gegeben.

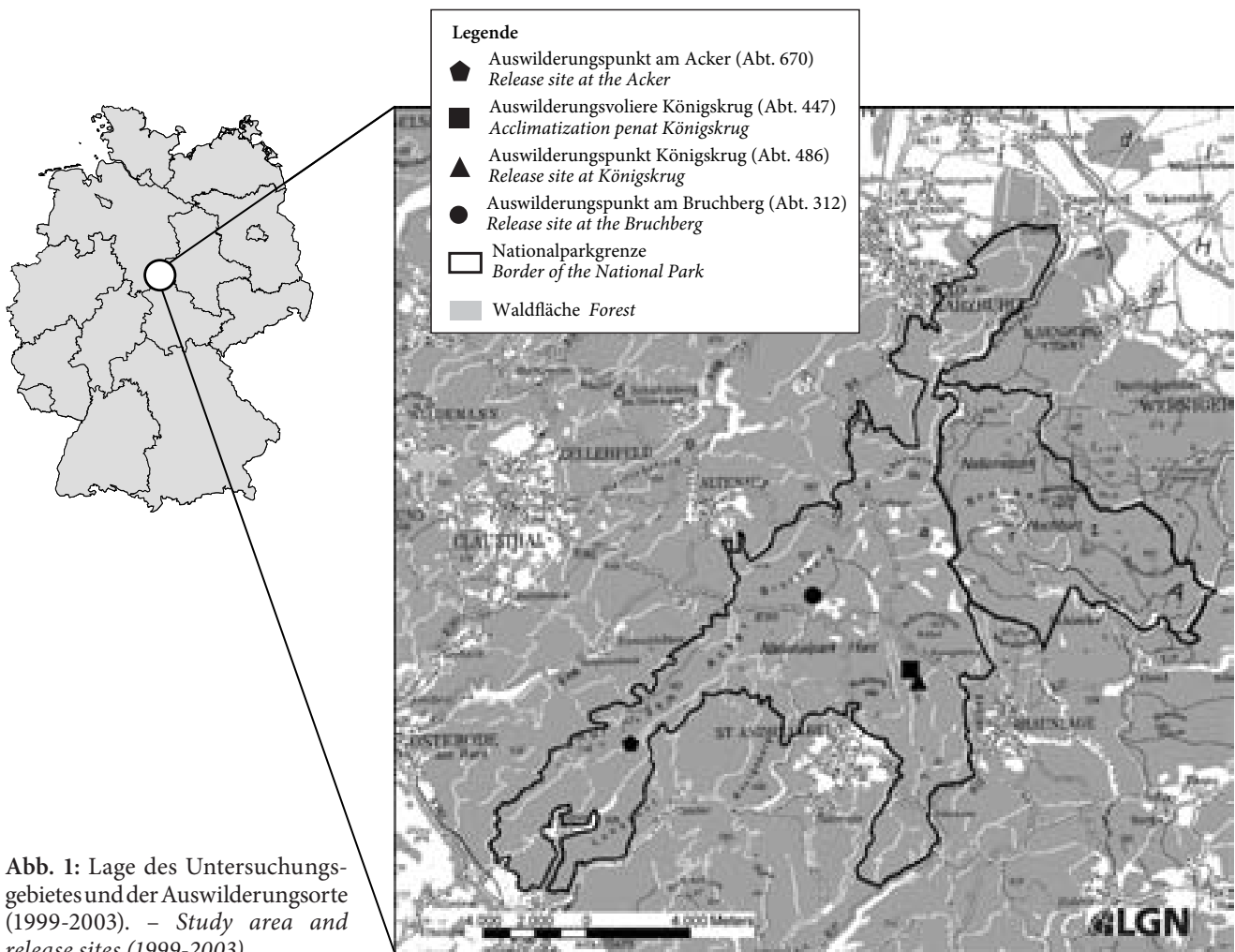
2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im niedersächsischen Nationalpark Harz (15.800 ha), der sich westlich an den Nationalpark Hochharz (Sachsen-Anhalt) anschließt (Abb. 1). Am 1.1.2005

wurden diese beiden Schutzgebiete zum „Nationalpark Harz“ vereint. Die Auswilderungsorte befanden sich in den Hochlagen (über ca. 700 m ü. NN). Moore, Borkenkäferbefall oder Wurfflächen nach Sturm bedingen hier lückige, zumeist ungleichaltrige Fichtenbestände mit ausreichend ausgeprägter Krautschicht. Derartige Lebensräume werden von Auerhühnern bevorzugt genutzt (z. B. Glutz von Blotzheim et al. 1973; Klaus et al. 1989; Storch 1995a; Schwarzenberger unpubl. Bericht; Siano 2001).

Mehr als 90 % der Nationalparkfläche sind bewaldet. Die Fichte (*Picea abies*) ist mit einem Anteil von ca. 80 % derzeit die bestimmende Baumart. Selbst in Höhenlagen unter 700 m ü. NN herrscht sie vor. Momentan wird ein Großteil dieser Fichtenreinbestände in Buchen(misch)bestände umgewandelt, die der potenziellen natürlichen Vegetation entsprechen (Nieders. Umweltministerium 1992). Mittelfristig soll die Buche (*Fagus sylvatica*) auf ca. 12.000 ha Fläche die dominierende Baumart werden (Nationalparkverwaltung Harz unpubl. Bericht).

Im Jahresmittel fallen im Untersuchungsgebiet zwischen 800 und 1600 mm Niederschlag. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 3 bis 9 °C (Nieders. Umweltministerium 1992). In den Auerhuhnlebensräumen über 600 m ü. NN herrschen auch während der Brut- und Aufzuchtphase (April-Juli) kaum höhere Monatsmittelwerte als 1 bis 14 °C vor (Glässer 1994). Die Wintermonate sind von lang anhaltenden Schneelagen bei durchschnittlichen Temperaturen von -5 bis -1 °C gekennzeichnet.



3. Material und Methoden

Zucht

Die im Harz ausgewilderten Auerhühner stammten aus der projekteigenen Zuchtstation Lonau, in der auf artgerechte Haltung, Ernährung und Aufzucht geachtet wurde (Haarstick 1979; Eichler mdl.). Soweit möglich, brüteten Auerhennen die Eier aus. Zudem kamen Ammenhühner zum Einsatz, wobei die von ihnen bebrüteten Küken in einem Brutapparat schlüpften und anschließend die ersten kritischen Tage in beheizten Boxen verbrachten. Daraufhin kamen auch diese Küken in das Zuchtgehege, wo sie in Nachbarabteilen zu hennengeführten Gesperren untergebracht waren. In der Jugendphase wurde den Vögeln feingeschnittenes Obst (Äpfel, Möhren), Zwiebeln, hartgekochte Eier, aber auch tierische Kost (z. B. Mehlwürmer), verschiedene krautige Pflanzen (u. a. Ampfer, Hahnenfuß, Klee, Löwenzahn, versch. Gräser) oder Früchte (Holunder, Eberesche) gereicht. Neben Körnerfutter standen natürliche Nahrungsbestandteile wie Fichtennadeln und Laubholzbestandteile (Knospen/Blätter von Buche, Hainbuche *Carpinus betulus*, Weide *Salix spec.*, Haselnuss *Corylus avellana*, Himbeere *Rubus idaeus* etc.) in Form von Ästen permanent zur Verfügung und nahmen mit zunehmendem Alter zum Herbst hin zu. Die im Zuchtgehege zahlreich vorhandenen Aufbaumöglichkeiten nahmen die Jungvögel sehr gut an. Die Gestaltung der Gehege (teils unüberdacht) und vereinzelt beobachtetes Feindvermeidungsverhalten lässt vermuten, dass zumindest Sichtkontakt zu Luftfeinden gegeben war. Medikamentöse Behandlung erfolgte präventiv, hauptsächlich gegen Parasiten (Wurmbefall) und bakterielle Erkrankungen (Kokzidiose).

Auswilderung und Telemetrie

Von 1999 bis 2003 wurden 166 Auerhühner ausgewildert, von denen 49 Hähne und 34 Hennen mit Sendern markiert wurden (Tab. 1). Abgesehen von einem zweijährigen Hahn (Auswilderung Frühjahr 2003), handelte es sich bei allen Auswilderungstieren um Vögel im ersten Lebensjahr. Vor ihrer Freilassung wurden die besenderten Tiere gewogen und außerdem mit Farb- und Nummernringen („Vogelwarte Helgoland“) versehen, um ggf. auch nach dem Senderverlust Individuen im Freiland oder später auftretende Totfunde identifizieren zu können.

Markiert wurden die Vögel mit ca. 12 g schweren Sendern (Typ TW-3) der Firma Biotrack Ltd., UK. Durch die Zuweisung individueller Frequenzen konnten die Einzeltiere unterschieden werden. Bei Hähnen entsprach das Sendergewicht 0,4 % der Körpermasse, bei Hennen etwa 0,8 %. Damit wurde die allgemein anerkannte Obergrenze von 3 bis 4 % der Körpermasse deutlich unterschritten (Kenward 2001). Nachdem im Bereich der Interscapular-Region die Rückenfedern zurückgeschnitten und entfettet wurden, konnte hier der auf Fieberglassgeflecht befestigte Sender aufgeklebt werden (vgl. Warnock & Warnock 1993). Eine entsprechende Genehmigung zur Durchführung von Versuchen an lebenden Tieren lag während des gesamten Untersuchungszeitraums vor (Bezirksregierung Braunschweig, Az.: 509.42502/20-01.99).



Abb. 2: Typischer Moorrandbereich mit angrenzendem lückigen Fichtenbestand, Umfeld des Auswilderungsortes 2001 am Bruchberg. – *Typical bog margin area with adjacent thin Spruce forest, environs of the release site 2001 in the Bruchberg area.*
Foto: R. Siano

Im Anschluss an die Besenderung wurden die Vögel in Transportkisten an die jeweiligen Aussetzungsorte gebracht. Von 1999 bis 2003 wurden vier Auswilderungspunkte genutzt (Abb. 1). Dabei kamen die Vögel in lockeren bis lichten Fichtenaltheiz-Beständen durchzogen von zahlreichen Blößen und Moorflächen oder aufgelockert durch jüngere Altersklassen (Jungwuchs bis Stangenholz) frei (Abb. 2).

Die Auerhühner wurden entweder direkt aus Transportkisten oder nach einem Zwischenaufenthalt in einer Voliere (Länge: 25 m, Breite 20 m, Höhe 4 m) ausgewildert (Tab. 1). Letztere diente der Gewöhnung an den neuen Lebensraum und wurde nach einem ein- bis dreiwöchigen Aufenthalt geöffnet. Das direkte Freilassen aus den Transportkisten geschah in Fichtendickungen, um einen hastigen Abflug und somit vorzeitiges Verstreichen zu verhindern. Die Auswilderungszeitpunkte lagen im Frühjahr oder Herbst (Tab. 1).

Nach der Auswilderung wurde umgehend mit der Ortung der Tiere begonnen. Dabei kamen H-Antennen als Richtantennen zum Einsatz. Als Empfänger dienten ein Stabo-Scanner XR 100 bzw. XR 2000 sowie ein Yaesu FT-290R II. In den Mittelgebirgslagen des Harzes ergab sich eine mittlere Senderreichweite von etwa 1 bis 2 km. Unter günstigen Bedingungen (Peilpunkt auf Anhöhe) konnte über Entfernungen von bis zu 6 km gepeilt werden. Bis etwa eineinhalb Monate nach der Auswilderung wurde versucht, die Tiere möglichst täglich zu orten; anschließend mindestens zweimal wöchentlich. Die Position der Tiere wurde entweder mittels Kreuzpeilung (Kenward 2001) oder über die direkte Ortung (Siano 2001) ermittelt. Dabei näherte man sich dem Aufenthaltsbereich der Vögel mit dem Auto oder zu Fuß auf ca. 50 bis 100 m. Zur Orientierung im Gelände sowie der Markierung von Lokalisationspunkten dienten Forstkarten im Maßstab 1:10.000. Verwiesen drei aufeinander folgende Peilungen auf den gleichen Standort, näherte man sich der Position zur Suche des Senders. So gelang es, tote Auerhühner zeitnah zu finden und die Todesursachen zu bestimmen. Zunächst wurde die Fundstelle intensiv nach Indizien abgesucht (anthropogene Ursachen, Prädatorenspuren etc.). Bei Rissfunden wurden die Federn

Tab. 1: Anzahl der in den Jahren 1999 bis 2003 im Nationalpark Harz mit Sendern ausgewilderten Auerhühner, unterteilt nach Auswilderungstermin und -methodik. Die Anzahl der bis zum Sender- oder Kontaktverlust überlebenden Vögel ist gesondert aufgeführt. – *Number of radio-marked Capercaillies released in the Harz Mountains National Park between 1999 and 2003 with time and method of release. The number of birds that survived until loss of transmitter or contact is listed separately.*

Auswilderungs- termine <i>Time of release</i>	Auswilderungs- methode <i>Method of release</i>	Anzahl Auswilde- rungstiere <i>Number of re- leased birds</i>		Bis Sender- oder Kontaktverlust überlebende Vögel <i>Number of surviving birds</i>	
		♂	♀	♂	♀
Okt./Nov 1999 <i>Oct./Nov. 1999</i>	Ohne Eingewöh- nung <i>Without acclimatization</i>	8	5	0	0
März 2001 <i>March 2001</i>	Ohne Eingewöh- nung <i>Without acclimatization</i>	8	2	1	0
März 2002 <i>March 2002</i>	Eingewöhnungs- voliere <i>Acclima- tization pen</i>	6	4	0	0
Nov. 2002	Ohne Eingewöh- nung <i>Without acclimatization</i>	4	4	0	1
April 2003	Eingewöhnungs- voliere <i>Acclima- tization pen</i>	14	8	6	2
September 2003	Ohne Eingewöh- nung <i>Without acclimatization</i>	9	11	5	3
Summe <i>Total</i>		49	34	12	6

darauflin kontrolliert, ob sie abgebissen (Haarraubwild) oder ausgerissen (Greifvögel) wurden. Die nachgewiesenen Luchsrisse ließen sich durch Luchsspuren im unmittelbaren Umfeld sicher als solche bestimmen. Zudem bestätigte das Rissbild (im Gegensatz zu einem Fuchsriss fehlendes Muskelfleisch bei nahezu komplettem Restkadaver, vgl. Giacometti et al. 2000) diesen Verdacht. Vollständige Kadaver wurden, wenn möglich, veterinärmedizinisch untersucht (Siano 2001).

Datenauswertung

Die Aktionsräume der Auswilderungstiere müssen zunächst als „Suchgebiete“ verstanden werden, da die tatsächlichen „Wohngebiete“ erst nach längerem Verbleib im Freiland etabliert werden. Zur Ermittlung der Aktionsraumfläche wurden die das Ausbreitungsgebiet der Vögel begrenzenden Ortungspunkte bestimmt und verbunden (Minimum Convex Polygon – MCP, Kenward 2001, vgl. Abb. 9). Dabei kam anfangs ein digitales Koordinaten-, Flächen- und Längenmessgerät (Ushikata X-Plan 360i) zum Einsatz (Siano 2001). Später wurden die Aktionsräume mit Hilfe des Programms ArcMap 8.3 (ESRI) berechnet. Die Distanzen zwischen zwei aufeinander folgenden Ortungen und zwischen Ortungs- und Aussetzungspunkt wurden direkt im Kartenmaterial oder auf Grundlage der digitalisierten Datenauswertung mit ArcMap 8.3 ausgemessen. Im Anschluss daran wurden sie zur Auswertung diversen Distanz- und Zeitstufen zuge-

ordnet. Dabei gingen nur Daten von Vögeln ein, die über fünf Tage geortet werden konnten ($n = 68$). Hielten sich Vögel nachweislich mindestens 14 Tage (tägliche oder regelmäßige Ortung in ggf. mehrtägigem Abstand über minimal 2 Wochen) in einem bestimmten Bereich auf, wurden diese Gebiete als Nutzungszentren definiert. Deren Größe wurde ähnlich den Aktionsraumgrößen bestimmt und umfasste alle Ortungen im Umfeld des Nutzungszentrums (vgl. Abb. 9).

Die statistische Prüfung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe des Mann-Whitney U-Tests (p_U) oder des Kruskal-Wallis-Tests (p_K) (Sachs 1997) unter Anwendung des Programms Statistica 6.1. Es wird lediglich Signifikanz angegeben (* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$).

4. Ergebnisse

4.1. Überlebensdauer

Für 79 zwischen Herbst 1999 und Herbst 2003 besenderte Auerhühner konnten Aussagen zur Überlebensdauer getroffen werden. Davon überlebten 18 Tiere (23 %) bis zum Verlust des Senders oder bis zum Kontaktverlust, d. h. die ersten kritischen Wochen bzw. Monate im Freiland. Bezogen auf die einzelnen Auswilderungstermine überlebten von 21 im Frühjahr und 19 im Herbst 2003 ausgesetzten Vögeln 38 % ($n = 8$) und 42 % ($n = 8$, vgl. Tab. 1). Bei der Auswilderung von bis zu 12 Tieren in den Jahren zuvor konnten sich hingegen keine oder nur Einzeltiere behaupten (bis maximal 13 %, Herbst 2002). Durchschnittlich brach der Funkkontakt nach 54 Tagen ab;

Bei der Auswilderung von bis zu 12 Tieren in den Jahren zuvor konnten sich hingegen keine oder nur Einzeltiere behaupten (bis maximal 13 %, Herbst 2002). Durchschnittlich brach der Funkkontakt nach 54 Tagen ab;

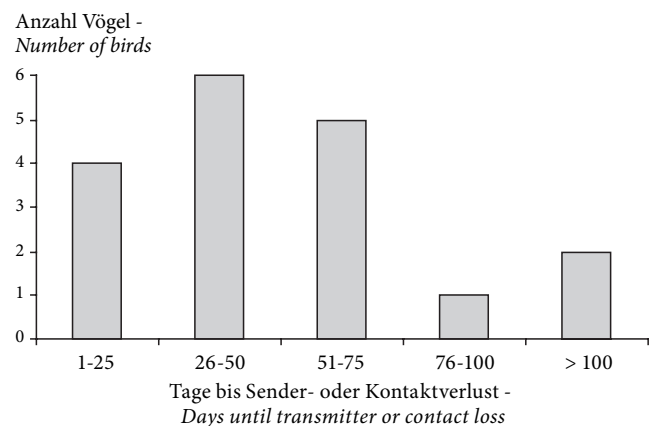


Abb. 3: Übersicht zu den Ortungsdauern der 18 bis zum Sender- oder Kontaktverlust überlebenden Auerhühner. – *Overview of location durations of the 18 birds that survived until the loss of transmitter or contact.*

maximal nach ca. fünf Monaten ($\sigma^7 = 144$ Tage, $\text{♀} = 145$ Tage), minimal bereits nach nur 6 Tagen (je 1 σ^7 und 1 ♀ , Abb. 3). Das weitere Schicksal dieser Vögel blieb weitgehend unbekannt. In einigen Fällen bestätigten Sichtbeobachtungen (2 σ^7 , 1 ♀) oder Kotfunde (1 σ^7) noch Wochen bis Monate nach dem Senderverlust ein längeres Überleben (max. 76 Tage). Die mediane Überlebensdauer der 61 im Erfassungszeitraum umgekommenen Vögel betrug 13 Tage. Hennen ($\bar{x} = 18$ Tage) überlebten signifikant länger als Hähne ($\bar{x} = 12$; $p_U < 0,05$; Abb. 4). Zwischen den Auswilderungsmethoden (Kiste / Voliere, $p_U < 0,08$) und den Auswilderungsterminen (Frühjahr/Herbst, $p_U < 0,4$) ergab sich kein signifikanter Unterschied. Direkt aus Kästen ausgebrachte Tiere überlebten jedoch scheinbar geringfügig länger als die aus der Voliere ausgewilderten Vögel (Kiste: $\bar{x} = 17$ Tage und Voliere: $\bar{x} = 9$ Tage; Abb. 4). Die weitaus höchsten Verluste traten innerhalb des ersten Monats auf (79%, $n = 48$, Abb. 5).

4.2. Todesursachen

Von 61 Totfunden entfielen weit über die Hälfte (62%, $n = 38$) auf den Rotfuchs (*Vulpes vulpes*). Dem Luchs (*Lynx lynx*) fielen vier Auerhühner zum Opfer (7%). Drei Luchsrisse befanden sich in unmittelbarer Umgebung der Eingewöhnungsvoliere. Fuchsrisse konnten hingegen nie direkt an der Voliere nachgewiesen werden. Der Habicht (*Accipiter gentilis*) erbeutete ausschließlich Hennen (10%, $n = 6$). Weitere Verluste traten durch Straßenverkehr (7%, $n = 4$) und durch Unterernährung (3%, $n = 2$) auf. Schlechter Ernährungszustand konnte dabei lediglich bei Hennen im Auswilderungsjahr 1999 als Todesursache festgestellt werden. In zwei Fällen (3%) kamen Auswilderungstiere durch Hunde zu Tode. Für

fünf tot aufgefundene Auerhühner (8%) blieb die Todesursache unklar.

4.3. Raumnutzung

77% ($n = 52$) der für 68 Auswilderungstiere ermittelten Aktionsräume entfielen auf Flächengrößen von bis zu 1.000 ha. Die Maxima betrug ca. 8.600 ha (σ^7) und ca. 17.100 ha (♀). Nur für Vögel, die mindestens 20 Tage gepeilt wurden, konnten Flächen von über 2.000 ha nachgewiesen werden. Erwartungsgemäß vergrößerten sich somit die Aktionsräume in Abhängigkeit von der Überlebens- oder Peildauer, von 148 ha für Vögel die bis maximal 30 Tage geortet werden konnten ($n = 43$) auf 2.045 ha für Auerhühner, die auch nach

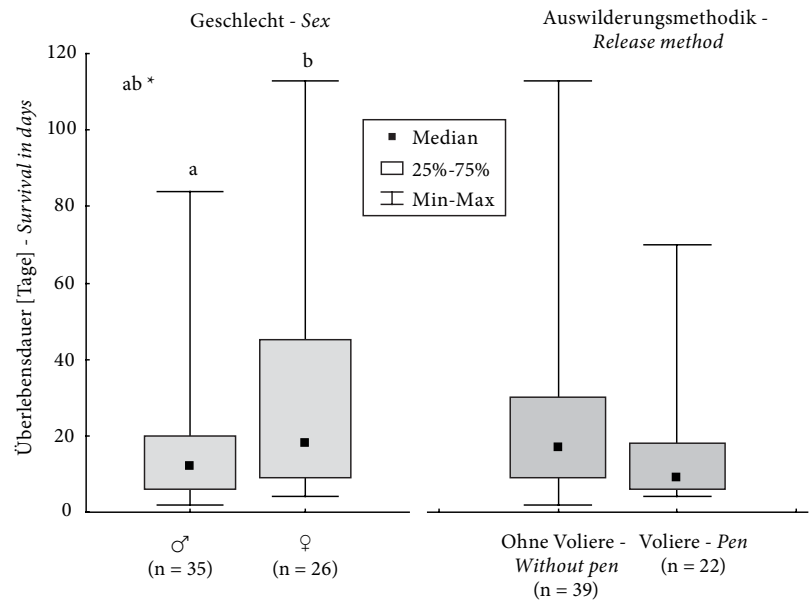


Abb. 4: Überlebensdauern im Nationalpark Harz ausgewilderter Auerhühner unter Berücksichtigung des Geschlechts und der Auswilderungsmethode ($n = 61$ tot aufgefundene Auswilderungstiere). – *Survival time of radio-marked Capercaillies released in the Harz Mountains National Park with details of sex and release method ($n = 61$ birds found dead).*

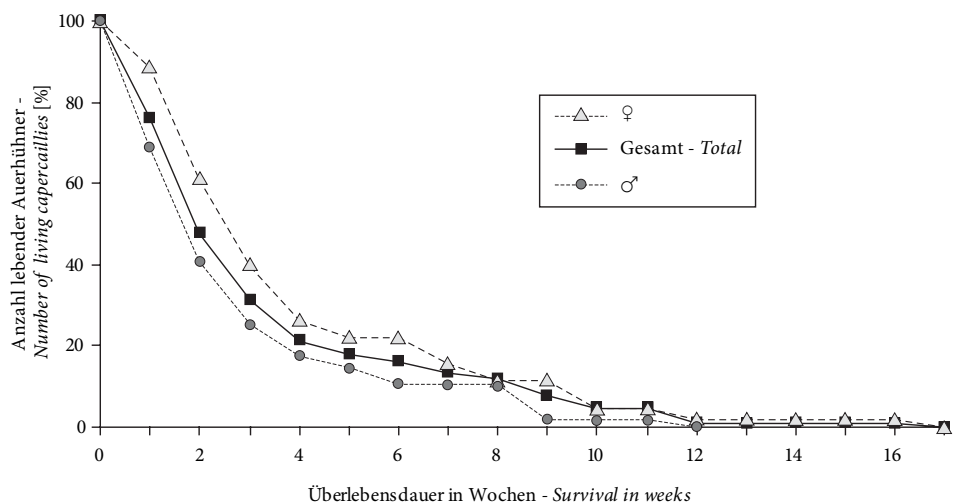


Abb. 5: Überlebenskurve von 61 im Nationalpark Harz besenderten und anschließend tot aufgefundenen Auerhühnern unter Berücksichtigung des Geschlechts. – *Survival of 61 Capercaillies released, and subsequently found dead, in the Harz Mountains National Park.*

60 Tagen noch zu Orten waren ($n = 10$; $p_k < 0,001$, Abb. 6). Bezieht man neben der Flächengröße (100% MCP) die maximalen Distanzen zum Auswilderungsort als ein weiteres Merkmal von Mobilität ein, zeigt sich auch hier ein statistisch signifikanter Zusammenhang. Während der Medianwert der bis zu 30 Tage georteten Vögel auf eine maximale Distanz von 1,8 km verweist, ergibt sich für die mehr als 60 Tage peilbaren Auerhühner ein Wert von 8,1 km ($p_k < 0,001$, Abb. 6). Die

über Eingewöhnungsvolieren ausgewilderten Vögel die bis 60 bzw. mehr als 60 Tage geortet werden konnten, entfernten sich im Vergleich zu den direkt freigelassenen Auerhühnern derselben Zeitstufen maximal weiter vom Auswilderungsort, wobei dieser Unterschied jedoch nur für die bis 60 Tage peilbaren Vögel signifikant ist ($p_u < 0,05$, Abb. 7).

Die Mehrzahl aller für 68 Auswilderungsvögel ermittelten Ortungen entfiel auf einen 3-km-Radius um den Auswilderungsort (67%). Die Maximalwerte belegen jedoch auch, dass die Vögel über weit größere Distanzen verstrichen. Im Frühjahr 2003 wurde eine Henne ca. 22 km vom Auswilderungspunkt entfernt geortet (nach 46 Tagen im Freiland), ein Hahn desselben Auswilderungsjahres wanderte ca. 16 km weit ab (nach 54 Tagen im Freiland).

Zwischen zwei aufeinander folgenden Ortungen (ein Tag) legten 68 Auswilderungstiere in 70 % aller Fälle nicht mehr als 500 m zurück (Abb. 8). Nur für 4 % aller Ortungen waren es Distanzen von mehr als zwei km.

Beispielhaft sind in Abb. 9 die Aktionsräume von zwei im Herbst 2003 ausgebrachten Auerhühnern dargestellt. Es wurde ein Hahn und eine Henne gewählt, die nach diesem Auswilderungstermin am längsten im Freiland geortet wurden ($\sigma = 58$ Tage, $\text{♀} = 113$ Tage). Die Henne wies mit ca. 2.300 ha den größten Aktionsraum unter den Vögeln der Herbstauswilderung 2003 auf. Der Hahn nutzte hingegen nur einen Aktionsraum von ca. 120 ha. Beiden Vögeln gelang die Etablierung eines Nutzungszentrums. Insgesamt wurden zwischen 2001 und 2003 17 solcher Nutzungszentren von acht Hähnen und acht Hennen nachgewiesen. Die Größe der Nutzungszentren variierte zwischen 0,5 ha und maximal 327 ha.

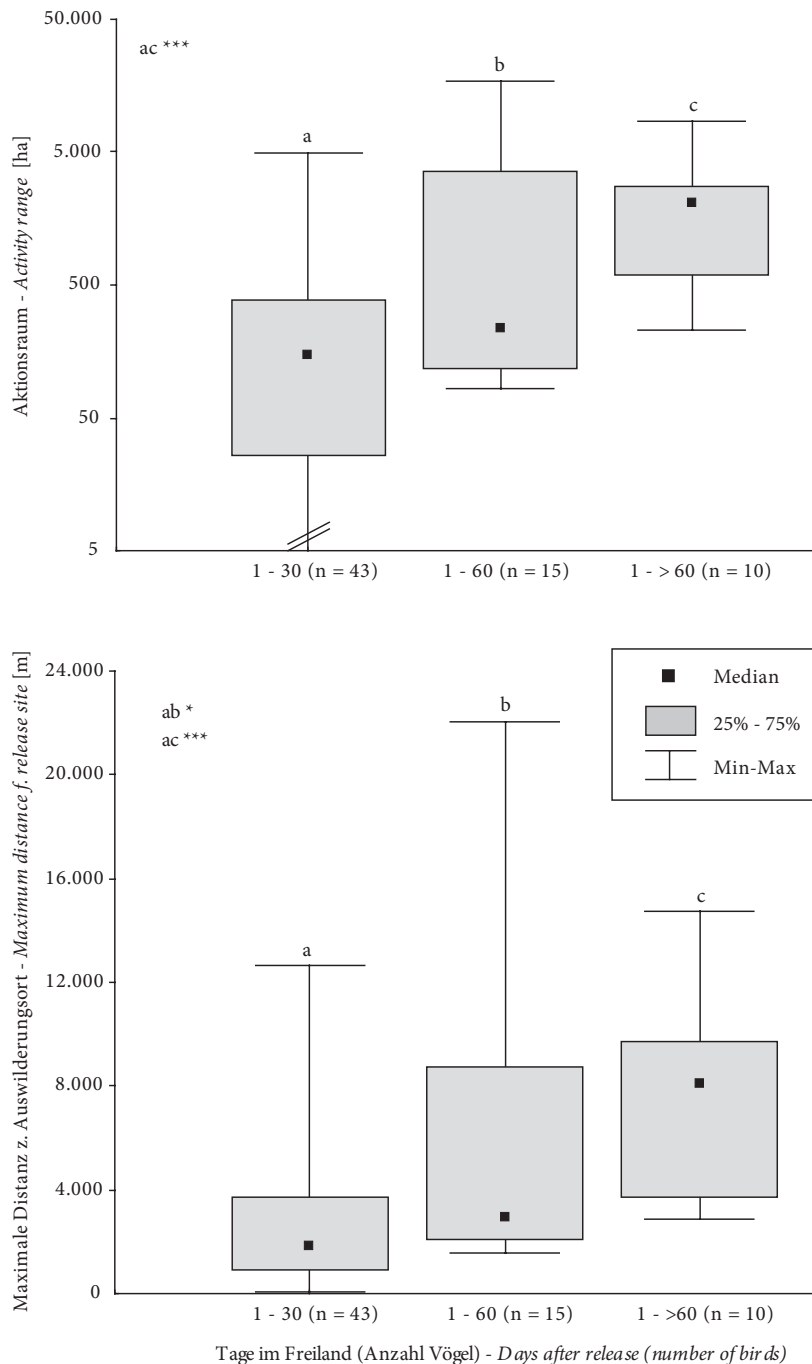


Abb. 6: Verteilung der Aktionsraumgrößen und maximalen Entfernungen zum Auswilderungspunkt nach Ortungsdauern ($n = 68$ Vögel). – *Distribution of activity ranges and maximum distances from release site according to different duration of location ($n = 68$ birds).*

5. Diskussion

5.1. Methodik

Die Telemetrie ermöglicht es, Tiere nach ihrer Auswilderung effizient zu überwachen. Durch das Aufkleben der Sender wurde eine leichte Anbringung bei geringem Risiko und minimaler Beeinflussung möglich (Wheeler 1991; Warnock & Warnock 1993). Ein entscheidender Vorteil ist, dass die Sender

spätestens zur Mauser abfallen. Allerdings kann die Ortungsdauer dadurch deutlich limitiert werden. Weder bei den 1999 vorab durchgeführten Tests mit Senderattrappen im Gehege noch im Freiland ließen sich auffällige Verhaltensweisen oder Abwehrreaktionen (beispielsweise Manipulieren und daraus resultierende Unaufmerksamkeit) bezüglich der aufgeklebten Sender nachweisen (Siano 2001). Es ist daher unwahrscheinlich, dass die Markierung mit Sendern das Verhalten und die Überlebensdauer der Vögel beeinflusst.

Obwohl das direkte Freilassen ohne vorherige Akklimatisierung in Volieren bereits beschrieben wurde (Aschenbrenner 1985), wird es im Gegensatz zur Nutzung von Auswilderungsvoliere (z. B. Sodeikat 1988; Schwimmer & Klaus 2000; Scherzinger 2003) nur selten angewandt. Solche Eingewöhnungsgehege dienen der Gewöhnung an das neue Habitat, Nutzung natürlicher Nahrungsquellen, Stimulation angeborener Verhaltensmuster, Feindprägung und der Bindung an den Auswilderungsort. Entscheidende Nachteile können sich jedoch durch das Anlocken von Prädatoren und den daraus resultierenden Verlusten ergeben (s. u. sowie Wagner 1990; Wittlinger 1990). Es ist somit abzuwägen, ob ein ca. zweiwöchiger Eingewöhnungsaufenthalt derartige Verluste rechtfertigt oder durch die oben erwähnten Vorteile kompensiert. Da unter den tot aufgefundenen Vögeln den über Kisten ausgebrachten Tieren geringfügig längere Überlebensdauern nachgewiesen werden konnten, Verluste unmittelbar auf die Nutzung der Eingewöhnungsvoliere zurückzuführen waren und erhoffte Effekte, wie die Bindung an den Auswilderungsort ausblieben, wird die direkte Freilassung aus den Transportkisten als geeigneter angesehen. Diese Vorgehensweise erhöht zudem die Flexibilität in der Wahl geeigneter Auswilderungsorte.

Als potenzielle Auswilderungszeitpunkte werden der Spätsommer / Herbst und das Frühjahr kontrovers diskutiert (Koenig 1978; Aschenbrenner 1985; Klaus et al. 1989; Starling 1991; Scherzinger 2003; Lieser et al. 2005). Zu den Vorteilen der Herbstauswilderung zählt ein noch reichlich vorhandenes Nahrungsspektrum und das zu diesem Zeitraum natürliche Auflösen der Gesperre, was zwar zu verstärktem Dispergieren der Jungvögel führt, dadurch aber erhöhte Prädationsverluste nahe dem Auswilderungsort verhindern kann. Scherzinger (2003) favorisiert die Freilassung Ende Oktober / Anfang November, um die Vögel durch Aufbaumen (Verfügbarkeit der Winteradelnahrung beschränkt auf Baumkronen) einem geringeren Feindrisiko auszusetzen. Dies setzt jedoch eine vorherige Nahrungsumstellung und eine Anpassung des

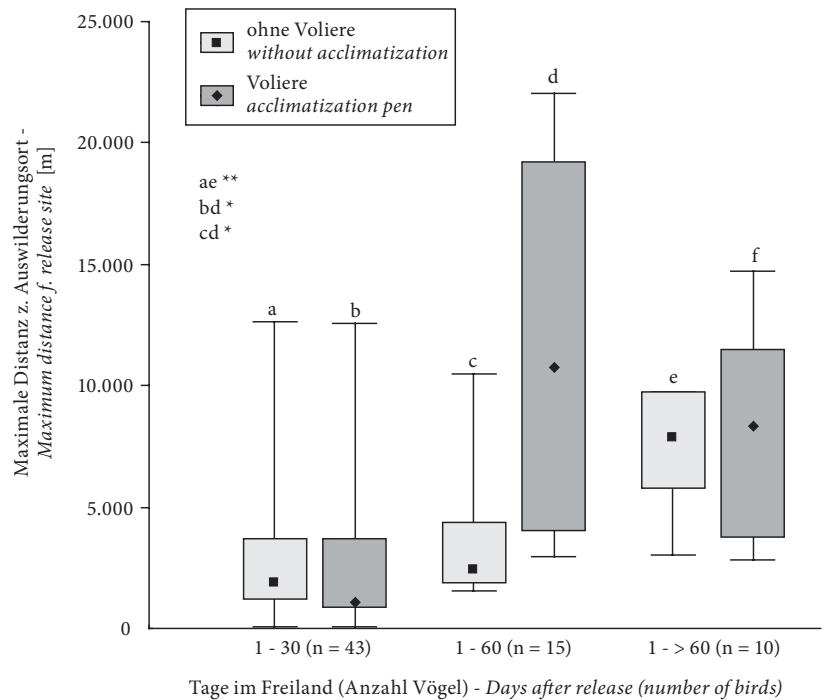


Abb. 7: Maximale Entfernung zum Auswilderungsort dargestellt für 68 im Nationalpark Harz besenderte Auerhühner, unterteilt nach der Auswilderungsmethodik. – Maximum distances from release site of 68 radio-marked Capercaillies in the Harz Mountains National Park, divided into the two different release methods.

Verdauungstraktes (vgl. Moss & Hanssen 1980; Gremmels 1986) im Gehege voraus. Um hohe Verluste im ersten Winter zu umgehen, ist es grundsätzlich möglich, erst im kommenden Frühjahr auszuwildern. Laut Lieser et al. (2005) ist das auch aus ernährungsphysiologischer Sicht empfehlenswerter, da in der bevorstehenden Vegetationsperiode eine mehrmonatige Anpassung an die Freilandnahrung und zudem ein reichhaltigeres Angebot leicht verdaulicher Nahrung gegenüber dem Herbst gegeben ist. Voraussetzung für eine Auswilderung im Frühjahr ist die artgerechte Haltung der Vögel über den Winter (z. B. großräumige Überwinterungsvoliere in den Auswilderungsgebieten). Den Einzeltieren muss dabei genügend

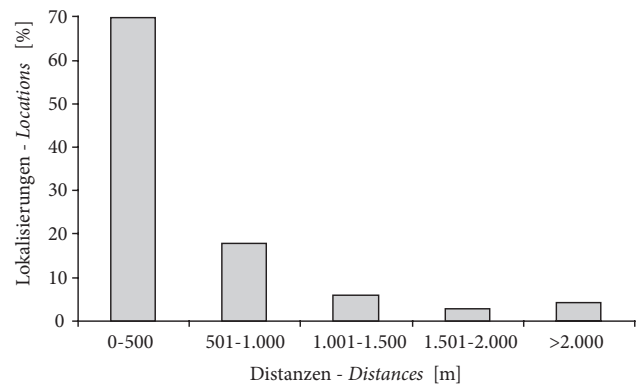


Abb. 8: Täglich zurückgelegte Distanzen von 68 im Nationalpark Harz ausgewilderten Auerhühner. – Daily movements of 68 released Capercaillies in the Harz Mountains National Park.

Freiraum zur Verfügung stehen, um das Krankheitsrisiko und Verluste durch Tottfliegen zu minimieren. Zudem muss in den betreffenden Flächen präventiv Prädatorenbekämpfung erfolgen. Erwägt man eine Überwinterung in der Zuchtstation, muss sichergestellt sein, dass hier kein Überbesatz vorliegt. Daraus resultierender Stress des Zuchttierbestandes und hohes Krankheitsrisiko kann sich mitunter bis in die folgende Brutperiode auswirken und zu einer Verringerung des Zuchterfolges führen (Eichler mdl.). Die Haltung einer größeren Anzahl zur Auswilderung bestimmter Auerhühner (30 bis 60 Vögel, s. u.) ist so kaum zu gewährleisten und die Risiken für die gekäfigten Vögel rechtfertigen eine solche Vorgehensweise kaum. Aus diesen Gründen scheint die Auswilderung zu einem möglichst frühen Termin (August / September) geeigneter. Dann kann auch noch mit einer artgerechten, allmählichen Nahrungsumstellung

von der leicht verdaulichen Kost des Sommers / Herbstes hin zur rohfaserreichen Winternadelnahrung gerechnet werden. Grundlage für eine Herbstauswilderung ist die frühzeitige, schon in der Zuchtstation intensivierte Fütterung mit natürlichen Nahrungskomponenten (z. B. hoher Anteil Nadelnahrung) die eine sich fortsetzende und abschließende Nahrungsumstellung im Freiland initiiert. Hier sind weiterführende Studien gefragt, die über Wiederfang Aufklärung zum Gewichtsverlauf und der physiologischen Entwicklung des Verdauungstraktes unter Freilandbedingungen liefern und so Aussagen zur Umstellungseffizienz ermöglichen. Sollten sich dabei trotz adäquater Fütterung dennoch Hinweise auf eine ineffiziente Nahrungsumstellung für die Mehrzahl der Auswilderungstiere ergeben, ist von einer Spätsommer-/ Herbstauswilderung gezüchteter Raufußhühner abzusehen!

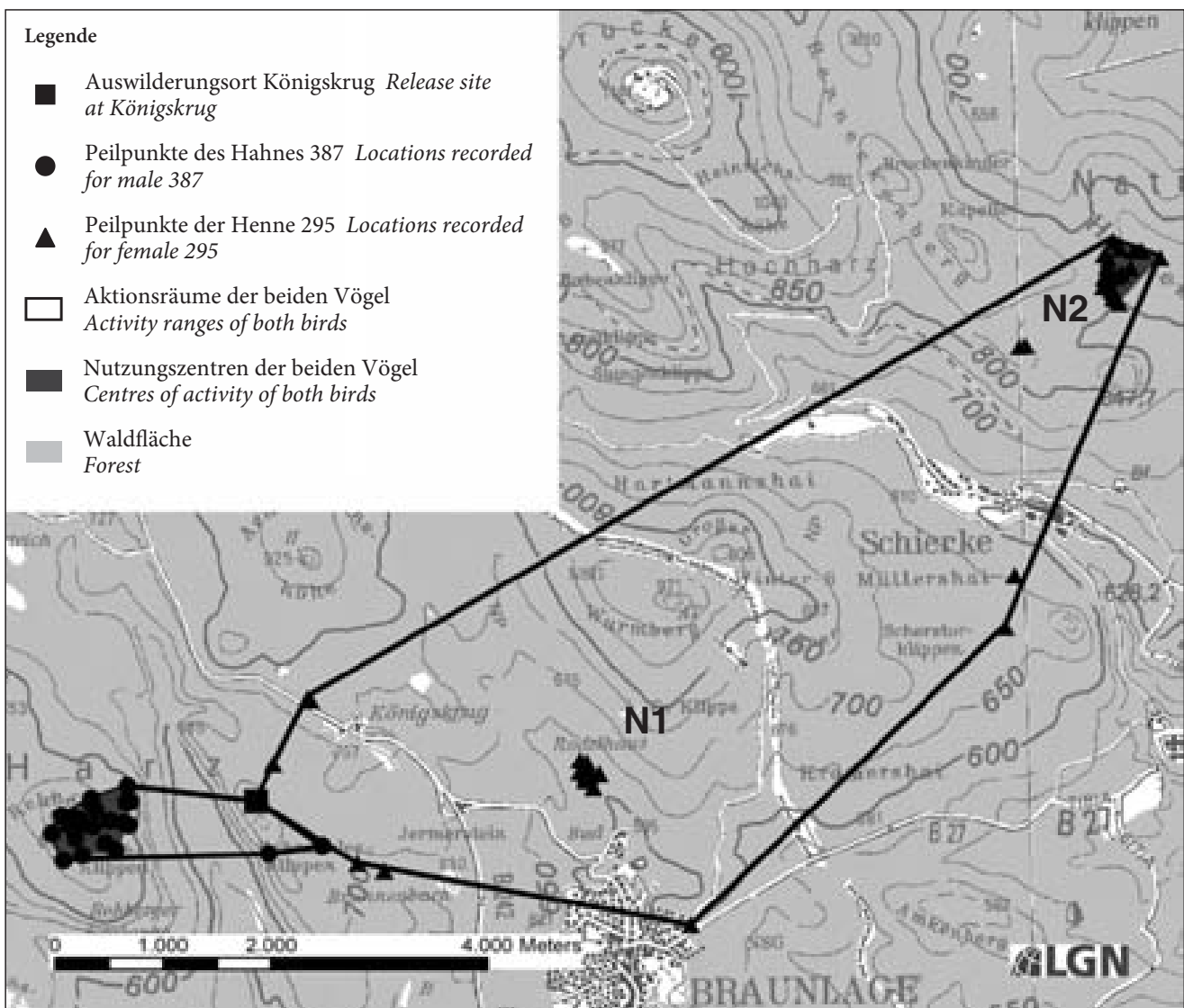


Abb. 9: Exemplarische Darstellung der Aktionsräume von zwei im September 2003 ausgebrachten Auerhühnern. Dargestellt sind alle Ortungspunkte sowie die Aktionsräume und Nutzungszentren (Henne 295 wurden zwei Nutzungszentren nachgewiesen – N1/N2). – *Examples of activity ranges of two Capercaillies released in September 2003. All locations are shown, also the activity ranges and centres of activity (female 295 had 2 separate centres of activity – N1/N2).*

5.2. Überleben und Todesursachen

Nahezu 80 % der Auswilderungstiere überlebte den ersten Monat im Freiland nicht. Auch natürliche Raufußhuhn-Populationen zeichnen sich durch hohe Verluste unter den Jungtieren aus. Untersuchungen zur Mortalität russischer Auerhühner zeigten, dass nur etwa 50 bis 60 % des Nachwuchses bis zum Herbst/Winter überlebten (Semenow-Tjan-Šanskij 1959). Nach Lindén (1981) lag die Sterblichkeit der geschlüpften Auerhühnküken im ersten Winter bei 76 %.

Bei der Auswilderung von Zuchttieren muss man aufgrund fehlender Freilanderfahrung von noch deutlich höheren Verlusten ausgehen, was sich im Harz in der hohen Ausfallrate innerhalb des ersten Monats bestätigte. Auf hohe Verluste unter ausgewilderten Gehegegezüchteten Auerhühnern von bis zu 80 % und darüber hinaus innerhalb des ersten Monats verweisen auch verschiedene andere Studien (Angelstam & Sandegren 1982; Nappée 1982; Schroth 1991; Scherf 1995; Schwimmer & Klaus 2000).

Die geringe Überlebensdauer der Harzer Vögel ($\bar{x} = 13$ Tage, $\bar{x} = 23 \pm 23$) gleicht der gezüchteter, zur Auswilderung bestimmter Auerhühner Thüringens, die im Mittel 15 und 23 Tage im Freiland überlebten (Scherf 1995; Schwimmer & Klaus 2000). Zahlreiche Wiederansiedlungsversuche auf Basis von Zuchttieren sind aufgrund derart schlechter Auswilderungsergebnisse bereits eingestellt worden (Seiler et al. 2000). Solch niedrige Überlebenschancen von Gehegevögeln beruhen auf deren geringer Erfahrung oder Eignung aufgrund nichtadäquater Haltungsmethoden. Die Folgen äußern sich dann im Mangel oder Fehlen artgerechten Antiprädatorenverhaltens, mangelhafter Kenntnis artgerechter Ernährung oder unzureichender Verhaltensentwicklung (Scherzinger 2001).

Wie die hohen Verluste durch Prädation zeigen, spielt Feindvermeidungs- und das damit verbundene Fluchtverhalten eine entscheidende Rolle. Die Aufzuchtmethode, entweder durch die Henne oder von Hand, hat hier entscheidenden Einfluss (Scherzinger 1982; Költringer et al. 1995). Für handaufgezogene Jungtiere konnte im Vergleich zu jungen Wildvögeln geringere Aufmerksamkeit und erhöhtes Prädationsrisiko nachgewiesen werden. In der Harzer Zuchtstation wurde deshalb ein Großteil der Küken in hennengeführten Gesperren aufgezogen. Trotz dieser Bemühungen bleibt es fraglich, ob die Jungtiere dadurch das notwendige Antiprädatorenverhalten ausreichend erlernt hatten. Da es sich bei den Muttertieren um mitunter langjährige Gehegetiere ohne Freilanderfahrung handelte, muss damit gerechnet werden, dass ihnen, ähnlich dem Nachwuchs, wichtige Erfahrungen fehlten. Da die Henne durch Warnlaute und Sichern nicht nur das Antiprädatorenverhalten der Juvenilen fördert, sondern zudem durch ihr Verhalten auch entscheidend die Nahrungswahl der Küken prägt (Wauters et al. 2002), wäre es deshalb ratsam, den Zuchtstamm

regelmäßig durch Wildhennen aufzufrischen und so die Hennenführung zu optimieren.

Über adäquate Trainingsprogramme bestünde die Möglichkeit, gezüchtete Vögel schon vor ihrer Auswilderung zumindest mit den Hauptprädatoren, wie Fuchs oder Marder, in Kontakt zu bringen (Sodeikat 1988). Derartige Versuche scheitern jedoch an dem hohem Verletzungs- und Totflugrisiko innerhalb der räumlich begrenzten Volieren, weshalb effektive Lösungen auf diesem Gebiet bisher ausblieben und aufgrund der Schreckhaftigkeit von Raufußhühnern auch schwer zu realisieren sind.

Neben adäquater Feindkenntnis ist eine erfolgreiche Flucht auch von der körperlichen Kondition abhängig, da im Freiland häufig Sekunden über Tod oder Leben entscheiden. In diesem Zusammenhang sei auf Defizite in der Organ- und Muskelentwicklung von Gehegevögeln verwiesen, die sich negativ auf die Überlebenschancen auswirken können. Hühnervögel aus Gefangenschaft fliegen oftmals später auf und sind in ihrer Fluchtbewegung sowie der Flugfähigkeit und -ausdauer eingeschränkt (Majewska et al. 1979; Robertson et al. 1993; Putaala & Hissa 1995; Mäkinen et al. 1997; Putaala et al. 1997; Liukkonen-Anttila et al. 2000), was sie gegenüber Prädatoren anfälliger macht. Aus diesem Grund müssen Zuchtgehege oder ggf. Gewöhnungs- bzw. Überwinterungsvolieren großräumig gestaltet sein, um das Flugverhalten der Vögel zu fördern.

Die meisten Auswilderungstiere fielen dem Fuchs zum Opfer. Obwohl er nicht immer zweifelsfrei als primäre Todesursache genannt werden kann, scheint seine hohe Bedeutung als Prädatör durch andere Telemetriestudien an Raufußhühnern bestätigt zu werden (Angelstam & Sandegren 1982; Schroth 1991; Scherf 1995; Schwimmer & Klaus 2000). Gestiegene Fuchsdichten aufgrund eingeschränkter jagdlicher Eingriffe, Bekämpfung der Tollwut sowie günstigere Lebensraumbedingungen wirken sich durch erhöhten Prädationsdruck negativ auf den Auswilderungserfolg aus (Klaus 1985; Möckel et al. 1999). Die nahezu komplett eingestellte Bejagung des Fuchses im Nationalpark Harz könnte die Prädationsgefahr für die Auswilderungstiere zusätzlich erhöht haben (Schwarzenberger unpubl. Bericht). Durch gezieltes Reduzieren des Fuchsbestandes, was insbesondere im Umfeld des Auswilderungsortes anzustreben wäre, ist der Prädationsdruck zumindest zeitlich beschränkt zu vermindern, so dass effektive Bejagung als Managementtool durchaus in Erwägung zu ziehen ist (Starling 1991). Wie Studien zeigen, ist es so möglich, den Feinddruck zeitweilig erfolgreich zu verringern, was sich außerdem auf den Reproduktionserfolg einer Wiederansiedlungspopulation positiv auswirken würde und somit u. U. bis zum Erreichen einer sich selbst tragenden Population durchgeführt werden sollte (Marcström et al. 1988; Côté & Sutherland 1997; Kauhala et al. 2000). Inwiefern die höhere Anzahl überlebender Auswilderungsvögel im Jahr 2003 auf Bestandsrückgänge der Harzer Fuchspo-

pulation beispielsweise aufgrund der Räude zurückzuführen ist, bleibt wegen Datenmangels spekulativ, soll aber hier nicht unerwähnt bleiben.

Der Habicht war mit einem Anteil von ca. 10 % die zweithäufigste Todesursache. Bei Telemetriestudien im Schwarzwald und Thüringen entfielen ca. 20 % der aufgetretenen Verluste auf den Habicht, wobei auch hier hauptsächlich Hennen erbeutet wurden (Schroth 1991; Scherf 1995). Die geringere Größe macht sie für diesen Greifvogel zu einer leichteren Beute (Klaus 1985; Wegge et al. 1987). Beobachtetes Feindvermeidungsverhalten in der Zuchtstation könnte hier größere Verluste vermieden haben. Dass Raufußhühner bis zu einem gewissen Maß adäquates Antiprädatorenverhalten gegenüber Luftfeinden zeigen, konnte Vögeln aus Gehegehaltung auch schon nachgewiesen werden (Müller 1961; Heymann & Bergmann 1988).

Schon mit Beginn der Wiederansiedlung des Luchses musste mit „Konflikten“ bezüglich des Auerhuhnprojektes gerechnet werden. Obwohl Rehe (*Capreolus capreolus*) in den mitteleuropäischen Wäldern die Hauptbeute sind, erbeutet der Luchs als Opportunist bei Gelegenheit auch Auerhühner (Zufallsbeute, Scherzinger 1978). Nahezu alle Luchsrisse im Harz konnten im unmittelbaren Umfeld der Eingewöhnungsvoliere nachgewiesen werden. Hier spiegelt sich ein entscheidender Nachteil dieser Auswilderungsmethodik wider (s. o.). Der Luchs hielt sich nachweislich schon während der Gewöhnungsphase im Bereich der Voliere auf. Somit bestätigt sich auch hier die Freisetzung ohne Eingewöhnungsaufenthalt als empfehlenswerter.

Physiologische Einschränkungen gegenüber Wildvögeln ergeben sich für Zuchttiere zudem aus der im Gehege gereichten leicht verdaulichen Nahrung (Körnerfutter), die sich deutlich von der saisonal rohfaserreichen Freilandnahrung unterscheidet. Als Folge bilden Gehegevögel kleinere Kröpfe und kürzere Dünn- und Blinddärme als ihre wilden Artgenossen aus. Die mikrobielle Ausstattung der Blinddärme ist unnatürlich, die Verdauungsleistung reduziert und die Leber in ihrer Funktion beeinträchtigt (Hanssen 1979; Zbinden 1980; Moss 1983; Putaala & Hissa 1995; Mäkinen et al. 1997; Liukkonen-Anttila et al. 2000; Lieser et al. 2005). Diese Einschränkungen können die Überlebensdauern immens beeinflussen. Folgen sind eingeschränkte körperliche Kondition aufgrund von Unterernährung mit erhöhtem Prädatationsrisiko, bis hin zum Verhungern von Vögeln. In der vorliegenden Studie konnte lediglich 1999 bei zwei Hennen auf Unterernährung als Todesursache geschlossen werden. Vermutlich führte die daraufhin intensiviertere artgerechte Ernährung innerhalb der Zuchtstation zu einer diesbezüglich besseren Eignung der Auswilderungstiere. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass insbesondere im Herbst und Winter verzeichnete Rissfunde als primäre Todesursache auf mangelhafte Ernährung zurückzuführen sind.

All diese physiologischen und ethologischen Defizite führen derzeit zur zunehmenden Favorisierung der Auswilderung von Wildfängen (Griffith et al. 1989; Bergmann et al. 2000), bei denen mangelndes artgerechtes Verhalten nicht durch aufwendige Optimierungsprogramme ausgeglichen werden muss. Es herrscht die Überzeugung vor, durch die Auswilderung einer geringen Anzahl erfahrener Wildvögel mehr zu erreichen, als über die Freisetzung zahlreicher, jedoch anfälliger Gehegetiere (Bergmann et al. 2000). Ohne Frage erweisen sich freilanderfahrene Wildfänge zunächst als geeigneter, da die Verlustraten bei gleichzeitig größeren Überlebensspannen deutlich niedriger sind als bei Gehegevögeln (Putala & Hissa 1993; Leif 1994; Virtanen et al. 1998). In Thüringen freigelassenen Auerhühnern aus Russland konnten dabei Überlebensspannen von durchschnittlich 158 Tagen nachgewiesen werden, was der siebenfachen mittleren Überlebensdauer gezüchteter Auswilderungsvögel entspricht (Graf & Klaus 2002). Allerdings soll neben dem Erfolg solcher Projekte (Bergmann et al. 2000) auch auf Nachteile, wie die mitunter langen Transportzeiten, daraus resultierende Verluste oder Beeinträchtigungen (hoher Gewichtsverlust) und ungeeignetes Auswilderungsmaterial (Herkunft, Krankheiten und Unterernährung aufgrund langer Halterung etc.) verwiesen werden (Graf & Klaus 2002). Eine kombinierte Auswilderung von Wildfängen und geeigneten Zuchttieren wäre eine denkbare Alternative. Hieraus würden sich Vorteile, wie hohe genetische Variation und die Möglichkeit, jährlich eine größere Anzahl an Auswilderungstieren ausbringen zu können, ergeben. Letzteres ist essentiell, um zeitnah einen sich selbst tragenden und entsprechend großen Bestand begründen zu können. Scherzinger (2003) verweist in diesem Zusammenhang auf die dauerhafte Ausbringung von mindestens 60 Auerhühnern pro Jahr. Auf zurückliegende Ansiedlungsversuche an Raufußhühnern basierende Modelle verweisen auf die Auswilderung von jährlich mindestens 30 Vögeln über einen Zeitraum von wenigstens sechs Jahren (Seiler et al. 2000). Auch für Translokationen lies sich steigender Projekterfolg u. a. mit einer höheren Anzahl an Auswilderungstieren assoziieren (Griffith et al. 1989; Wolf et al. 1998). Derart hohe Auswilderungszahlen sind allerdings über mehrere Jahre hinweg kaum mit Wildvögeln allein zu bewältigen, was erneut auf die Kombination mit Gehegetieren verweist. Natürlich sind dabei artgerechte Haltung und Maßnahmen zur optimalen Vorbereitung für ein Leben in Freiland essentiell. Und gerade hier werden optimierende Eingriffe und Veränderungen in bisher praktizierte Methoden unabdingbar. Intensivierte und frühzeitige Ernährung mit natürlichen Komponenten, die Entwicklung von Trainingsprogrammen zur Feindvermeidung, aber auch verbesserte Krankheitsprophylaxe (Vermeidung von Immunisierung bei adäquater medikamentöser Behandlung) sind nur drei Aspekte die dabei an erster Stelle stehen sollten. Hinweise deuten darauf hin, dass die höchste Anzahl überlebender Auerhühner im Herbst 2003 (42 %)

in erster Linie auf besser geeignete Auswilderungstiere zurückzuführen war, was Ansporn für weitere Maßnahmen geben sollte.

5.3. Raumnutzung

Jahreszeitlich differenziert nutzen frei lebende Auerhühner Lebensräume, deren Größenordnung sich nach der Habitatqualität richtet, wobei Sommer- und Winterlebensräume getrennt sein können (z. B. Müller 1974; Wegge 1985; Rolstad & Wegge 1989; Beshkarev et al. 1995; Storch 1995b). Jahreswohngebiete von Wildvögeln am Alpenrand umfassten Flächen von 130 bis 1.200 ha (Storch 1995b). Die in der Harzer Studie ermittelten Aktionsräume, die als Suchgebiete und keinesfalls als etablierte Wohngebiete angesehen werden müssen, fallen hingegen durch ihre Ausdehnung von bis maximal 17.100 ha auf. Besondere, ebenfalls aus Gehegezucht stammende Auerhühner Thüringens nutzten lediglich Flächen von bis zu 400 ha (Scherf 1995; Schwimmer & Klaus 2000). Schroth (1990) fand bei im Schwarzwald ausgesetzten und telemetrierten Auerhühnern Aktionsräume von 20 bis über 100 ha. Diese Angaben liegen in ihren Maximumwerten weit unter den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Dieser Unterschied zwischen den Studien dürfte wohl vor allem auf die verschiedene Anzahl besonderter Tiere sowie ggf. die unterschiedliche Aufnahmeintensität und damit verbundene Datenmenge zurückzuführen sein. In den angeführten Studien flossen die Aktionsräume von 13 bis 35 Tieren ein, wohingegen im Harz insgesamt 83 Vögel besondert waren und somit deutlich mehr Daten zur Auswertung kamen. Auf der anderen Seite können jedoch auch methodische Mängel, wie die Wahl der Auswilderungsorte und deren unzureichende Habitatqualität, im Harz zu derart weitem Verstreichen und den daraus resultierenden großflächigen Aktionsräumen geführt haben. Das Abwandern von Jährlingstieren und insbesondere Junghennen wurde schon des Öfteren nachgewiesen (Koivisto 1963; Sauer 1990; Schroth 1990; Brendel 1998), wobei ein auffällig weiteres Verstreichen von Hennen im Rahmen der vorliegenden Studie nicht nachgewiesen werden konnte. Ein solches Abwandern der Jungvögel ist u. a. auch auf das Auflösen der Kükenverbände zurückzuführen (Aschenbrenner 1985; Klaus & Bergmann 1994). Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass sich die Tiere zunächst in ihrem neuen Lebensraum orientierten, geeignete Habitate aktiv suchten und in diesem Zusammenhang verstrichen. Die daraus resultierende Verteilung im Lebensraum kann übermäßige Prädationsverluste aufgrund hoher Individuendichten auf engem Raum verringern, und sich somit positiv auf die Überlebenschancen auswirken. Insbesondere Daten der länger georteten Tiere belegen, dass die ausgewilderten Auerhühner erst nach ausgedehnten Wanderbewegungen Nutzungszentren etablierten. Die genutzten Bereiche zeichneten sich durch grenzlinienreiche, lo-

cker aufgebaute Fichtenbestände unterschiedlicher Altersklassen aus (Siano 2001, unpubl.). Die für Ernährung und Deckung bedeutende Heidelbeere konnte dabei in nahezu allen Kontrollflächen in verschiedenen Deckungsgraden nachgewiesen werden. Eine Bindung an entsprechende bzw. ähnliche Habitate wurde für Auerhuhn-Populationen schon von Müller (1974), Klaus et al. (1985), Schroth (1994) oder Storch (1993, 1995c) beschrieben, wobei je nach Verbreitungsgebiet andere Nadelbaumarten vorherrschen.

Bezüglich der Distanzen zwischen Ortungs- und Auswilderungsort entfielen ca. 67% aller Nachweise auf einen 3-km-Radius um den Aussetzungspunkt, wobei Maximalwerte 22 km erreichten. Im Bayerischen Wald wanderten einzelne Auerhühner bis zu 30 km vom Auslassungsort ab, im Mittel entfernten sich die Vögel etwa 3 bis 5 km (Scherzinger unpubl. Bericht und 2003). Die in Thüringen telemetrierten Vögel konnten nahezu ausschließlich im unmittelbaren Umfeld des Auswilderungspunktes geortet werden und entfernten sich selten weiter als 6 bis 8 km (Scherf 1995; Schwimmer & Klaus 2000). Da nur ein geringer Anteil der ausgebrachten Auerhühner die ersten Wochen im Freiland überlebten, hatten diese Tiere kaum die Chance, den Auswilderungsort großräumig zu verlassen, geeignete Nutzungsbereiche zu finden und sich dort zu etablieren. So dürften die in anderen Studien ermittelten geringen Distanzen zum Aussetzungsort auf die hohen Verluste innerhalb des ersten Monats und die damit verbundenen geringen Überlebensdauern, bei gleichzeitig geringer Anzahl besonderter Vögel zurückzuführen sein. Diese Vermutung wird von den Ergebnissen der Harzer Studie bekräftigt, die mit zunehmender Ortungsdauer auf einen Anstieg der Distanz zum Auswilderungsort verwies.

Überraschenderweise schienen die über Eingewöhnungsvolieren ausgebrachten Vögel letztlich weiter zu dispergieren als die direkt aus den Transportkisten freigelassenen Auerhühner. Eine Bindung an das unmittelbare Umfeld der Gewöhnungsvoliere, was bei Nutzung dieser Methodik zu erwarten wäre, schien somit nicht einzutreten.

Nur in wenigen Fällen legten die im Harz ausgewilderten Vögel innerhalb eines Tages Entfernungen von mehreren Kilometern zurück. Ähnliche Ergebnisse erzielte Schroth (1990), der für $\frac{3}{4}$ der im Schwarzwald zurückgelegten täglichen Wanderstrecken Distanzen von unter 400 m fand. Im Bayerischen Wald lag der Durchschnitt hingegen bei ca. 2 km (Scherzinger unpubl. Bericht und 2003).

Fazit

Der Auswilderungserfolg von Zuchttieren ist stark von ethologischen und physiologischen Defiziten beeinflusst. Folgen, wie fehlende Freilanderfahrung, resultierten vorrangig in erhöhter Prädation. Insbesondere Bodenfeinden, wie dem Fuchs, fielen so zahlreiche

Vögel zum Opfer. Zudem könnte die unzureichend berücksichtigte Nahrungsumstellung im Herbst nach der Auswilderung zu Unterernährung, Schwächung oder mangelhafter Verdauungseffizienz geführt haben. Schlüssige Ergebnisse liegen dazu jedoch nicht vor und stehen unter Freilandbedingungen bis dato aus.

Selbst naturnahe Zucht hat den erhofften dauerhaften Auswilderungserfolg nicht erbringen können. Dies führte letztlich auch im Harz zur Einstellung des Wiederansiedlungsprojektes (2004). Es bleibt jedoch offen, inwiefern weitere Optimierungen in der naturnahen und artgerechten Gehegezucht (intensivierte artgerechte Ernährung, Trainingsprogramme, angemessene Krankheitsprophylaxe) die Qualität der Auswilderungstiere verbessern würde. Könnte dies gelingen, wäre auch zukünftig die Auswilderung von Gehegevögeln denkbar, wobei dann modifizierte Auswilderungsmethoden (Auswilderung ohne Akklimatisierung, kombinierte Auswilderung von Gehegevögeln und Wildfängen) anzustreben sind. Gelingt es jedoch nicht, den Einsatz von gezüchteten Vögeln Erfolg versprechender zu gestalten, wird deren Einsatz nicht mehr weiter zu verantworten sein. Momentan ist von solchen Projekten eher abzuraten.

6. Zusammenfassung

Im Zeitraum 1999 bis 2003 wurden im Harz 83 gezüchtete Auerhühner besendert und nach der Auswilderung telemetrisch überwacht. Das Hauptziel war dabei, über Daten zu Überlebenschancen, Raum- und Habitatnutzung und zur Ernährung der Auswilderungstiere eine effektive Erfolgskontrolle zu ermöglichen und Optimierungsvorschläge für zukünftige Auswilderungsbestrebungen geben zu können.

Von den mit Sendern ausgestatteten Tieren überlebten ca. 23 % ($n = 18$) bis zum Sender- oder Kontaktverlust. Die mediane Überlebensdauer betrug 13 Tage, wobei Hennen länger überlebten (18 Tage) als Hähne (12 Tage). Die höchsten Verluste (79 %, $n = 48$) traten innerhalb der ersten vier Wochen nach der Ausbringung auf. Von 61 registrierten Totfunden entfielen 62 % auf den Fuchs, 10 % auf den Habicht und 7 % auf den Luchs. Neben Totfunden mit unklarer Ursache, verendeten einzelne Tiere im Verkehr, aufgrund von Unterernährung oder wurden von Hunden getötet. Die Hauptgründe für die hohen Verluste unter den ausgewilderten Auerhühnern sind in physiologischen und ethologischen Defiziten aufgrund der Gehegezucht zu suchen. Hier seien insbesondere mangelhafte Feindkenntnis, und die wahrscheinlich unzureichende Anpassung an die Freilandnahrung zu nennen. Zudem waren 5 % der Verluste auf angelockte Prädatoren im Umfeld der Eingewöhnungsvoliere zurückzuführen.

Die Auswilderungstiere nutzten Aktionsräume (Suchgebiete) zwischen unter einem bis zu 17.100 ha, wobei die Mehrzahl der Aktionsräume (77 %) bis zu 1.000 ha umfasste. Die ermittelten Aktionsraumgröße und

auch die maximale Entfernung zum Auswilderungsort nahmen mit der Ortungsdauer zu. Das mitunter weiträumige Verstreichen der Auswilderungstiere könnte auf die allgemein starke Dispersion juveniler Auerhühner, aber auch auf vom Habitat her ungeeignete Auswilderungsorte zurückzuführen sein. Innerhalb der Aktionsräume etablierten die Vögel räumlich kleinere Nutzungszentren die zumeist bis zum Totfund oder Senderverlust frequentiert blieben. Die Größe der Nutzungszentren ($n = 17$) variierte zwischen 0,5 ha und bis zu 327 ha.

Täglich legten die Vögel in ca. 70 % aller Fälle nicht mehr als 500 m zurück. Etwa 67 % aller Ortungen entfielen auf einen 3-km-Radius um den Aussetzungsort. Maximalwerte verwiesen auf Distanzen bis ca. 22 km (♀).

Methodisch ist aufgrund der Ergebnisse die Auswilderung direkt aus den Transportkästen ohne Akklimatisierung in Eingewöhnungsvoliere zu empfehlen. So ließen sich zusätzliche Verluste am Auswilderungspunkt vermeiden, und zudem bliebe man flexibel in der Wahl des Auswilderungsortes. Weitere Optimierungsmaßnahmen in der Zucht und Auswilderungsmethodik sind unerlässlich (z. B. frühzeitig intensivierte artgerechte Ernährung, Trainingsprogramme, angemessene Krankheitsprophylaxe), ohne deren erfolgreiche Umsetzung die weitere Auswilderung von Gehegetieren nicht weiter verantwortbar bleibt.

Dank. Die DBU förderte das Projekt mit einem Promotionsstipendium für den Erstautor, Bingo-Lotto mit Sachmitteln. Herrn R. Nagel vom Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven sowie den Mitarbeitern des Nationalparks Harz danken wir für vielfältige Unterstützung. Herrn Dr. S. Klaus, Herrn Prof. Dr. H.-H. Bergmann und Herrn Dr. M. Lieser sei für die Durchsicht des Manuskripts gedankt. Herrn D. Conlin möchten wir für die Überarbeitung der englischen Zusammenfassung danken.

Literaturverzeichnis

- Angelstam P & Sandegren F 1982: A release of pen-reared Capercaillie in central Sweden – survival, dispersal and choice of habitat. Proc. Int. Grouse Symp. 2: 204-209.
- Aschenbrenner H 1985: Rauhfußhühner: Lebensweise, Zucht, Krankheiten, Ausbürgerung. Verlag M. & H. Schaper, Hannover.
- Bauer H-G & Berthold P 1996: Die Brutvögel Mitteleuropas: Bestand und Gefährdung. AULA-Verlag Wiesbaden.
- Beshkarev A B, Blagovidov A, Teplov V & Hjeljord O 1995: Spatial distribution and habitat preference of male Capercaillie in the Pechora-Illych Nature Reserve in 1991-92. Proc. Int. Grouse Symp. 6: 48-53.
- Bergmann H-H, Seiler C & Klaus S 2000: Release projects with grouse – a plea for translocation. In: Tetraonids – Tetraonidae at the break of the millennium. Proc. Int. Conference České Budejovice, Czech Republic: 33-42.

- Bergmann H-H, Klaus S & Suchant R 2003: Schön, scheu, schützenswert – Auerhühner. Verlag G. Braun, Karlsruhe.
- Brendel U 1998: Vögel der Alpen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Côté IM & Sutherland WJ 1997: The effectiveness of removing predators to protect bird populations. *Conserv. Biol.* 11: 395-405.
- Eichler R & Haarstick K-H 1995: Die Wiederansiedlung des Auerhuhns im Harz. *Naturschutzreport* 10: 125-134.
- Giacometti M, Jobin A, Molinari P, Bacciarini L & Janovsky M. 2000: Luchsrisse erkennen. *Forum Kleinwiederkäuer* 8/2000: 7-9.
- Glässer R 1994: Das Klima des Harzes. Verlag Kovač, Hamburg.
- Glutz von Blotzheim U-N, Bauer KM & Bezzel E 1973: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 5 Galliformes und Gruiformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/Main.
- Graf K & Klaus S 2002: Translokation mit Auerhühnern in Thüringen. In: *Auerhahnschutz und Forstwirtschaft*. Ber. Bayer. Landesanstalt Wald u. Forstwirtschaft. 35: 27-36.
- Gremmels H-D 1986: Das Verdauungssystem der Rauhfußhühner - Eine Übersicht zur Physiologie und Mikroanatomie dieses Organsystems. *Z. Jagdwiss.* 32: 96-104.
- Griffith B, Scott JM, Carpenter J-W & Reed C 1989: Translocation as a species conservation tool: status and strategy. *Science* 245: 477-480.
- Haarstick K-H 1979: Erfahrungen bei der Haltung und Aufzucht von Auerwild (*Tetrao urogallus* L.) in der Aufzuchtstation im Staatlichen Forstamt Lonau/Harz. *Z. Jagdwiss.* 25: 167-177.
- Haarstick K-H 1992: Die Wiedereinbürgerung des Auerhuhns im Harz - ein Beitrag der Niedersächsischen Landesforstverwaltung zum Artenschutz. *Naturschutzreport* 4: 95-102.
- Hanssen I 1979: Micromorphological studies on the small intestine and caeca in wild and captive willow grouse (*Lagopus lagopus lagopus*). *Acta Vet. Scand.* 20: 351-364.
- Heymann J & Bergmann H-H 1988: Zur Verhaltensentwicklung bei Birk- und Auerhuhn (*Tetrao tetrix* und *T. urogallus*). *NNA-Ber.* 1/2: 93-97.
- Kauhala K, Helle P & Helle E 2000: Predator control and the density and reproductive success of grouse populations in Finland. *Ecography* 23: 161-168.
- Kenward RE 2001: A manual for wildlife radio tagging. Academic Press, London.
- Klaus S 1985: Predation among Capercaillie in a reserve in Thuringia. *Proc. Int. Grouse Symp.* 3: 334 - 346.
- Klaus S 1997: Zur Situation der waldbewohnenden Rauhfußhuhnarten Haselhuhn *Bonasa bonasia*, Auerhuhn *Tetrao urogallus* und Birkhuhn *Tetrao tetrix* in Deutschland. *Ber. Vogelschutz* 35: 27-48.
- Klaus S, Boock W, Görner M & Seibt E 1985: Zur Ökologie des Auerhuhns (*Tetrao urogallus* L.) in Thüringen. *Acta ornithoecol.* 1: 3-46.
- Klaus S, Andreev A V, Bergmann H-H, Müller F, Porkert J & Wiesner J 1989: Die Auerhühner. Neue Brehm-Bücherei 86. 2. Aufl., Wittenberg.
- Klaus S & Bergmann H-H 1994: Restoration plan for Capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Germany. *Gibier Faune Sauvage, Game Wildl.* 11: 83-96.
- Knolle F 1973: Das Auerhuhn - *Tetrao urogallus* - in Niedersachsen. Sonderdruck aus der Avifauna von Niedersachsen: 11-17.
- Koenig O 1978: Haltung, Zucht und Ansiedlung von Auerwild (*Tetrao urogallus*). Forschungsgemeinschaft Wilhelminenberg, Wien.
- Koivisto I 1963: Über den Ortswechsel der Geschlechter beim Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) nach Markierungsergebnissen. *Vogelwarte* 22: 75-79.
- Költringer C, Sodeikat G & Curio E 1995: Anti-predator behaviour of Black Grouse *Tetrao tetrix* chicks as influenced by hen-rearing versus hand-rearing. *Proc. Int. Grouse Symp.* 6: 81-83.
- Leif AP 1994: Survival and reproduction of wild and pen-reared Ring-necked Pheasant hens. *J. Wildl. Manage.* 58: 501-506.
- Lieser M, Schroth K-E & Berthold P 2005: Ernährungsphysiologische Aspekte im Zusammenhang mit der Auswilderung von Auerhühnern *Tetrao urogallus*. *Ornithol. Beob.* 102: 97-108.
- Lindén H 1981: Estimation of juvenile mortality in the Capercaillie, *Tetrao urogallus*, and the Black Grouse, *Tetrao tetrix*, from indirect evidence. *Finnish Game Res.* 39: 35 - 51.
- Liukkonen-Antilla T, Saartoala R & Hissa R 2000: Impact of hand-rearing on morphology and physiology of the Capercaillie (*Tetrao urogallus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 125A: 211-221.
- Majewska B, Pielowski Z, Serwatka S & Szott M 1979: Genetische und adaptive Eigenschaften des Zuchtmaterials zum Aussetzen von Fasanen. *Z. Jagdwiss.* 25: 212-226.
- Mäkinen T, Pyörnilä A, Putaala A & Hissa R 1997: Effects of captive rearing on Capercaillie *Tetrao urogallus* physiology and anatomy. *Wildl. Biology* 3:4: 294.
- Marcström V, Kenward RE & Engren E 1988: The impact of predation on boreal tetraonids during vole cycles: an experimental study. *J. Animal Ecol.* 57: 859-872.
- Möckel R, Brozio F & Kraut H 1999: Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) und Landschaftswandel im Flachland der Lausitz. *Mitt. Ver. Sächs. Ornithologen.* 8, Sonderh. 1. Hohenstein-Ernstthal.
- Moss R 1983: Gut size, body weight, and digestion of winter foods by Grouse and Ptarmigan. *Condor* 85: 185-193.
- Moss R & Hanssen I 1980: Grouse nutrition. *Nutr. Abstr. Rev.* B 50/11: 555-567.
- Müller D 1961: Quantitative Luftfeind-Attrappenversuche bei Auer- und Birkhühnern (*Tetrao urogallus* L. und *Lyrurus tetrix* L.). *Z. Naturforsch.* 16b: 551-553.
- Müller F 1974: Territorialverhalten und Siedlungsstruktur einer Mitteleuropäischen Population des Auerhuhns *Tetrao urogallus major* C.L. BREHM. Diss. Philipps-Univ. Marburg.
- Nappée C 1982: Capercaillie and Black Grouse breeding in the Parc National des Cévennes and first release results. *Proc. Int. Grouse Symp.* 2: 218-228.
- Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.) 1992: Nationalparkplanung im Harz – Bestandsaufnahme Naturschutz. Niedersächsisches Umweltministerium, Hannover.
- Putaala A & Hissa R 1993: Mortality and reproduction of wild and hand-reared grey partridge in Tyrnävä, Finland. *Suomen Riista* 39: 41-52 (finn. Orig. mit engl. Zsf.).
- Putaala A & Hissa R 1995: Effects of hand-rearing on physiology and anatomy in the grey partridge. *Wildl. Biol.* 1: 27-31.
- Putaala A, Oksa J, Rintamäki H & Hissa R 1997: Effects of hand-rearing and radiotransmitters on flight of Gray Partridge. *J. Wildl. Manage.* 61: 1345-1351.

- Robertson PA, Wise DR & Blake KA 1993: Flying ability of different pheasant strains. *J. Wildl. Manage.* 57: 778-782.
- Rolstad J & Wegge P 1989: Capercaillie *Tetrao urogallus* populations and modern forestry - a case for landscape ecological studies. *Finnish Game Res.* 46: 43-52.
- Sachs, L. 1997: *Angewandte Statistik*. 8. Aufl., Springer-Verlag, Berlin.
- Sauer G 1990: Die Wiederansiedlung von Auerwild im Odenwald. In: Arbeitsgruppe Auerwild 1990. *Auerwild in Baden-Württemberg - Rettung oder Untergang?* Schriftenr. LFV Bad.-Württ. 70: 33-40.
- Scherf H 1995: Raum- und Habitatnutzung ausgewilderter Auerhühner im Gebiet der Saale-Sandsteinplatte Thüringens. Diplomarbeit FH Schwarzburg.
- Scherzinger W 1978: Erhaltung des Auerhuhns - ein Feindproblem? In: *Der Luchs - Erhaltung und Wiedereinbürgerung in Europa*. Symposium Spiegelau: 97-101.
- Scherzinger W 1982: Trials with natural broods of grouse. *Proc. Int. Grouse Symp.* 2: 199-201.
- Scherzinger W 2001: Ethologische Begleitforschung - ein Erfolgskriterium bei Wiederansiedlungen heimischer Wildtiere. In: *Naturschutz und Verhalten*. UFZ-Bericht 2/2001: 11-17.
- Scherzinger W 2003: Artenschutzprojekt Auerhuhn im Nationalpark Bayerischer Wald von 1985 - 2000. Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald (Hrsg.). *Wiss. R.* 15.
- Schroth K-E 1990: Neue Erkenntnisse zur Ökologie des Auerwildes. In: Arbeitsgruppe Auerwild 1990. *Auerwild in Baden-Württemberg - Rettung oder Untergang?* Schriftenr. LFV Bad.-Württ. 70: 43-84.
- Schroth K-E 1991: Survival, movements, and habitat selection of released Capercaillie in the north-east Black Forest in 1984-1989. *Ornis Scand.* 22: 249-254.
- Schroth K-E 1994: Zum Lebensraum des Auerhuhns (*Tetrao urogallus* L.) im Nordschwarzwald. *Mitt. der Forstl. Versuchs- und Forschungsanst. Bad.-Württ.* 178.
- Schwimmer M & Klaus S 2000: Bestandsstützung mit gezüchteten Auerhühnern (*Tetrao urogallus*) im Thüringer Schiefergebirge. *Landschaftspfl. Natursch. Thür.* 37(2): 39-44.
- Seiler C, Angelstam P & Bergmann H-H 2000: Conservation releases of captive-reared grouse in Europe - What do we know and what do we need? *Cahiers d'Ethologie* 20: 235-252.
- Semenov-Tjan-Šanskij OI 1959: Ökologie der Tetraoniden. *Trudy Laplands. Gosud. Zapov.* 5: 1-318 (in Russisch).
- Siano R 2001: Überlebensdauer sowie Raum- und Habitatnutzung ausgewilderter Auerhühner (*Tetrao urogallus* L.) im Nationalpark Harz. Diplomarbeit TU Dresden, Tharandt.
- Sodeikat G 1988: Zur Auswilderung von Birkwild im NSG "Großes Moor" bei Gifhorn - Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt "Telemetrie am Birkwild". *NNA-Ber.* 1/2: 87-92.
- Starling AE 1991: Captive breeding and release. *Ornis Scand.* 22(3): 255-257.
- Storch I 1993: Habitat selection by capercaillie in summer and autumn: Is bilberry important? *Oecologia*: 257-265.
- Storch I 1995a: Habitat requirements of Capercaillie. *Proc. Int. Grouse Symp.* 6: 151-154.
- Storch I 1995b: Annual home ranges and spacing patterns of Capercaillie in central Europe. *J. Wildl. Manage.* 59: 392-400.
- Storch I 1995c: The role of Bilberry in central European Capercaillie habitats. *Proc. Int. Grouse Symp.* 6: 116-120.
- Virtanen J, Väänänen V-M, Hummi P, Jankiainen T & Pienmunne E 1998: A comparison of the survival of translocated wild and hand-reared pheasant hens. *Suomen Riista* 44: 30-36.
- Wagner E 1990: Stützung der Auerwildrestpopulation im Raum Schramberg. In: Arbeitsgruppe Auerwild 1990. *Auerwild in Baden-Württemberg - Rettung oder Untergang?* Schriftenr. LFV Bad.-Württ. 70: 23-27.
- Warnock N & Warnock S 1993: Attachment of radio-transmitters to sandpipers: review and methods. *Wader Study Group Bull.* 70: 28-30.
- Wauters A-M, Richard-Yris M-A & Tavec N 2002: Maternal influences on feeding and general activity in domestic chicks. *Ethology* 108: 529-540.
- Wegge P 1985: The sociobiology, reproduction, and habitat of Capercaillie, *Tetrao urogallus* L., in southern Norway. *Diss. Univ. Montana*.
- Wegge P, Larsen BB, Gjerde I, Kastdalen L, Rolstad J & Storaas T 1987: Natural mortality and predation of adult Capercaillie in southeast Norway. *Proc. Int. Grouse Symp.* 4: 49-55.
- Wheeler W E 1991: Suture and glue attachment of radio transmitters on ducks. *J. Field Ornithol.* 62: 271-278.
- Wittlinger G 1990: Stützung der Auerwildpopulation im Raum Wildbad. In: Arbeitsgruppe Auerwild 1990, *Auerwild in Baden-Württemberg - Rettung oder Untergang?* Schriftenr. LFV Bad.-Württ. 70: 27-33.
- Wolf CM, Garland Jr T & Griffith B 1998: Predictors of avian and mammalian translocation success: reanalysis with phylogenetically independent contrasts. *Biol. Conserv.* 86: 243-255.
- Zbinden, N 1980: Zur Verdaulichkeit und umsetzbaren Energie von Tetraoniden-Winternahrung und zum Erhaltungsbedarf des Birkhuhns (*Tetrao tetrix*) in Gefangenschaft mit Hinweisen auf Verdauungsversuche. *Vogelwelt* 101: 1-18.