

Nahrungswahl ausgewildelter Auerhühner (*Tetrao urogallus* L.) im Harz

Ralf Siano, Sven Alexander Herzog, Klaus-Michael Exo, Franz Bairlein

Siano R, Herzog S A, Exo K-M, Bairlein F 2011: Diet of Capercaillies (*Tetrao urogallus* L.) released in the Harz Mountains. Vogelwarte 49: 137-148.

From 1999 to 2003, 83 captive-reared juvenile Capercaillies *Tetrao urogallus* were released in the Harz Mountains National Park (Lower Saxony), fitted with VHF transmitters and tracked regularly. The aim of the study was to find out whether the released Capercaillies use a diet similar to wild birds. The background here is knowledge about nutritionally impaired captive-reared grouse due to highly-digestible and nutrient-rich commercial poultry food provided in aviaries, leading to deficits in survival in the wild.

109 droppings were collected and examined microscopically for food fragments. Plant remains were determined using a reference collection of food plants and based on generic cellular structures.

The main nutritional components found in droppings collected between October and February of birds released in autumn were spruce *Picea abies* (34%), bilberry *Vaccinium myrtillus* (26%) and herbs (20%). The diet of birds released in spring was dominated by spruce (56%) and grass (20%). The proportion of conifers in autumn and winter was lower than expected in comparison to wild Capercaillies which feed almost exclusively on needles in winter. Considering the three release dates in autumn (1999, 2002 and 2003) separately revealed that the proportion of spruce was low between December and February ranging from 18% to 64%. Diet change towards conifer needles, as occurring in wild birds in autumn, could only be proved on the basis of individual samples and was delayed into February. Favourable climatic conditions allowing the birds to forage on the ground until well into the winter season, as well as nutritional deficits such as a lower digestive capacity may have caused this shift.

Since the main goal of such conservation action has to be releasing survivable individuals, future release projects of grouse have to fulfil some basics. Among them is a feeding routine which fulfils the nutritional requirements for successful preparation for the wild. If this requirement is not met the further use of captive-reared grouse for release projects is not longer recommended.

✉ RS, Schubertstraße 6, 01307 Dresden, E-Mail: ralf_siano@yahoo.de

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

1. Einleitung

Ehemals in Mitteleuropa weit verbreitet, sind die Vorkommen des Auerhuhns heute im Wesentlichen auf wenige Gebirgs- und Mittelgebirgslagen beschränkt (Glutz v. Blotzheim et al. 1973, Bauer & Berthold 1996, Klaus 1997, Bergmann et al. 2003). Im zuletzt besiedelten Gebiet Niedersachsens, dem Harz, starb das Auerhuhn in den 1930er Jahren aus (Knolle 1973). Als Hauptursachen müssen Habitatverluste, aber auch Überbejagung angenommen werden (Haarstick 1992, Eichler & Haarstick 1995, Siano 2008). Durch die Auswilderung gezüchteter Auerhühner hoffte man, die Art im Harz wiederansiedeln zu können. Im Zeitraum 1978 bis 2003 wurden jährlich durchschnittlich 40 Auerhühner ausgewildert, was in den Jahren 1995/96 zu einem Freilandbestand von ca. 60 bis 80 Vögeln führte (Schwarzenberger 2004). Obwohl zeitweise Balzplätze mit mehreren Hähnen und natürliche Reproduktion nachge-

wiesen werden konnten (Haarstick 1992), gelang es nicht, eine lebensfähige Population aufzubauen. Im Gegenteil, Ende der 1990er Jahre brach der Bestand ein und ging auf nur noch ca. 15 Tiere im Jahr 2003 zurück (Schwarzenberger 2004). Daraufhin wurde eine umfangreiche Untersuchung initiiert, deren Ziele eine umfassende Erfolgskontrolle und Optimierung der Auswilderung waren (Siano 2008). In diesem Kontext wurden u. a. auch Daten zur Nahrungszusammensetzung der ausgewilderten Vögel gesammelt. Dies erfolgte vor dem Hintergrund, dass Hühnervögel in oder aus Gefangenschaft als Folge ihres meist faserarmen und leicht verdaulichen Futters (hoher Anteil Körner) kürzere Dünn- und Blinddärme haben als Wildvögel. Zudem sind die Mikroben in den Blinddärmen reduziert und anders zusammengesetzt als bei Wildvögeln (Moss 1972, Hanssen 1979a/b, Paganin & Meneguz

1992, Mäkinen et al. 1997, Liukkonen-Anttila et al. 2000). Damit ist ihre Fähigkeit, die schwer verdauliche Winternahrung zu verwerten, erheblich eingeschränkt (Hanssen 1979b, Zbinden 1980, Lieser et al. 2005). Dies lässt an der Freilandtauglichkeit (Überlebensfähigkeit) gezüchteter Hühnervögel zweifeln. In der vorliegenden Studie wurde der Frage nachgegangen, inwiefern sich Zuchtvögel im Freiland artgerecht ernähren und wie die Aufzucht gegebenenfalls verbessert werden könnte. Zwar konnte schon in früheren Studien im Harz nachgewiesen werden, dass Auer- und Haselhühner (*Bonasa bonasia*) natürliche Nahrung aufnehmen (Heinemann 1989, Koerner 1991), deren energetische Verwertung reichte aber wahrscheinlich nicht aus (Lieser et al. 2005).

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nationalpark Harz und schließt insbesondere die Hochlagen des Mittelgebirges ein (über 600 m ü. NN; Abb. 1).

Mehr als 90 % der ca. 24.700 ha großen Nationalparkfläche sind bewaldet. Die Fichte (*Picea abies*) ist mit einem Anteil von ca. 80 % die bestimmende Baumart, selbst unter 700 m ü. NN herrscht sie vor. Ein Großteil

dieser Fichtenreinbestände wird sich aufgrund der Waldumbaumaßnahmen im Nationalpark in Buchen(misch)bestände wandeln, die dann der potentiellen natürlichen Vegetation entsprechen. Mittelfristig soll die Buche (*Fagus sylvatica*) auf ca. 12.000 ha Fläche die dominierende Baumart werden (Nationalparkverwaltung Harz 2002).

Die Auswilderungsorte befanden sich in den Hochlagen (über ca. 700 m ü. NN) des Nationalparks (Abb. 1). Moore, Borkenkäferbefall und Stürme bedingen hier lückige, zumeist ungleichaltrige Fichtenbestände mit ausreichend ausgeprägter Krautschicht, die als Lebensraum geeignet erschienen.

Aufgrund der Höhengliederung ergeben sich im Harz deutliche Klimaunterschiede (Glässer 1994). In den Hochlagen herrscht ein „raues“ Klima mit vergleichsweise hohen Niederschlägen und geringen Durchschnittstemperaturen, das entsprechend kürzere Vegetationsperioden bedingt. In den Auerhuhnlebensräumen über 600 m ü. NN steigen auch während der Brut- und Aufzuchtphase im Juni/Juli die Temperaturen kaum über 13-16 °C (Monatsmittel, Quelle: Deutscher Wetterdienst). Die Wintermonate sind von lang anhaltenden und mitunter hohen Schneelagen (vgl. Abb. 2) gekennzeichnet.

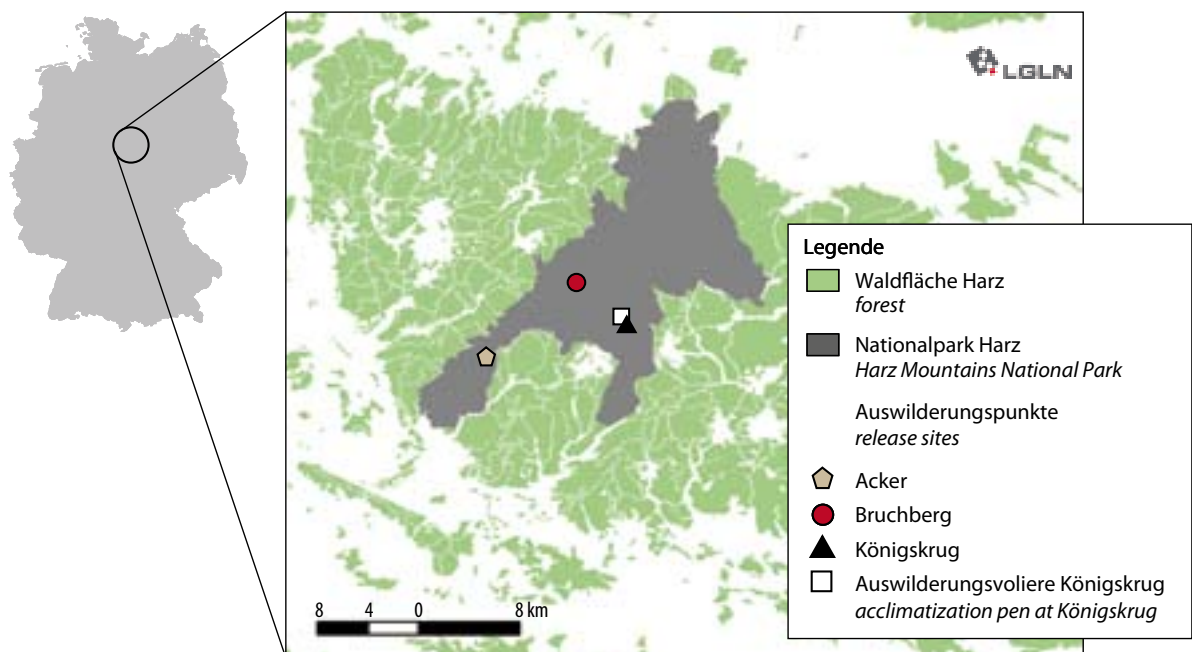


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes und der 1999 bis 2003 genutzten Auswilderungsorte (Quelle Geobasisdaten: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen – LGLN) – Location of the study area and the release sites (1999-2003).

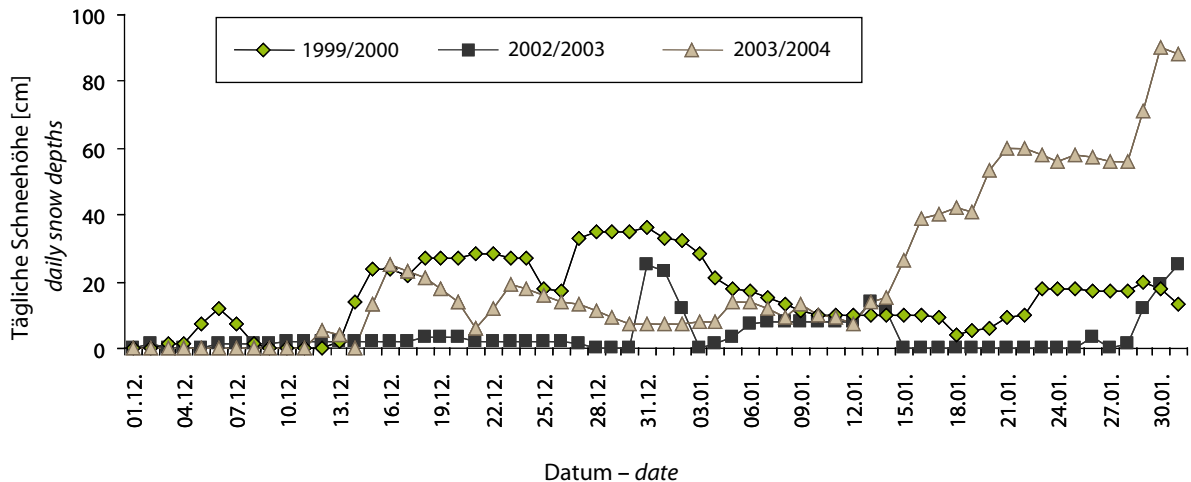


Abb. 2: Tägliche Schneehöhen von Dezember bis Januar in den Herbstauswilderungsjahren 1999, 2002 und 2003 (600 m ü. NN; Quelle: Deutscher Wetterdienst) – *Daily snow depths from December to January in the release-years 1999, 2002 and 2003 (600 m a.s.l.; source: Deutscher Wetterdienst).*

3. Material & Methoden

Sammeln, Aufbereitung und Auswertung der Losungswalzen

Im Rahmen detaillierter Telemetriestudien (Siano 2008) wurde von ausgewilderten Tieren Kot gesammelt. Zwischen 1999 und 2003 konnten so im Herbst/Winter und Frühjahr insgesamt 109 Losungswalzen von mindestens 40 Auerhühnern zusammengetragen werden. Soweit möglich, wurden die Proben besondern Individuen zugeordnet, was in 87 % ($n = 95$ Losungswalzen) der Fälle gelang. Die verbleibenden 14 Losungswalzen konnten nicht individuell zugeordnet werden, sie stammen von maximal 13 weiteren Individuen. Da kaum Wildvögel im Freiland nachzuweisen waren, ist davon auszugehen, dass es sich auch hierbei weitgehend um Kot der Auswilderungstiere handelte. In 83 % ($n = 91$) der Fälle umfasste eine Kotprobe jeweils eine einzelne Losungswalze. Entfielen mehrere Proben nachweislich auf einen Tag und ein Tier, wurden deren Nahrungsbestandteilprozente gemittelt und so zu einer „Tagesprobe“ zusammengefasst. Diese Durchschnittswerte flossen mit den Einzelwerten der anderen Proben in die Datenanalyse ein.

Um die Lösungsbestandteile bestimmen zu können, wurden zunächst aus einem Teil jeder Losungswalze mit und ohne optische Hilfsmittel alle erkennbaren Nahrungsreste heraussortiert und „Typen“ zugeordnet. Jeder Typ spiegelt hierbei einen bestimmten Nahrungsbestandteil wider, der zumeist in mehreren Losungswalzen auftaucht, optisch zwar herauszufiltern ist, aber noch nicht bestimmt werden konnte. Die quantitative Aufteilung der als Typen differenzierten Nahrungsbestandteile erfolgte für jede Losungswalze einzeln. Dabei wurde der Anteil jedes Typs in Prozent (5 %-Stufen) am Gesamtvolumen der Probe geschätzt. Durchschnittlich waren ca. 55 % der Bestandteile einer Losungswalze

unbestimmbar. Während einige Lösungsbestandteile sich schon beim Zerlegen der Proben eindeutig bestimmen ließen (Überreste von Arthropoden, Grit), wurden Samenreste und Pflanzenrückstände genauer untersucht. Erstere gingen zur Bestimmung dem Niedersächsischen Institut für historische Küstenforschung, Wilhelmshaven zu. Von den Pflanzenresten wurden Präparate erstellt, um unter Verwendung von Vergleichspräparaten anhand von Epidermiskennzeichen die Pflanzenrückstände Arten oder zumindest Familien zuzuordnen (Zettel 1974a, 1974b, Wilhelm 1982, Marti 1985, Heinemann 1989, Lieser 1996, Picozzi et al. 1996). Die Vorgehensweise zur Erstellung der Präparate orientierte sich im Wesentlichen an Zettel (1974a, 1974b). Auf eine Behandlung mit Säuren (Zettel 1974a, 1974b, Marti 1985) wurde verzichtet, da hierbei zur Bestimmung bedeutende Strukturen zerstört werden können (Lieser 1996). Um die Epidermisstrukturen deutlicher hervorzuheben, wurden die Proben mit gesättigter alkoholischer Sudan-III-Lösung eingefärbt. Aus den so behandelten Epidermisfragmenten wurden Dauerpräparate angefertigt. Zur Bestimmung der Pflanzenarten oder -familien wurde eine Vergleichssammlung erstellt. Dazu notwendiges Pflanzenmaterial (58 Arten) wurde von Mai bis Juni im Auswilderungsgebiet gesammelt.

Statistik

Zur Überprüfung etwaiger Unterschiede kam der χ^2 -Test zur Anwendung. Um die χ^2 -Statistik in 2x2-Kreuztabellen mit geringem Stichprobenumfang zu verbessern, wurde die Yates-Korrektur, oder, bei sehr kleinen Häufigkeiten, der exakte Test nach Fisher herangezogen. Die Berechnungen erfolgten mit Hilfe des Statistik-Programms Statistica 7.0 (Statsoft Inc.). Signifikanz wird jeweils auf dem Niveau * = $p \leq 0,05$, ** = $p \leq 0,01$, *** = $p \leq 0,001$ angegeben.

4. Ergebnisse

Verteilung der Nahrungsbestandteile

a) Herbstauswilderung

In der Losung im Herbst ausgewildelter Auerhühner wurden von Oktober bis Februar vor allem Fichte (34,0%), Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*, 25,8%) und Kräuter (20,2%) gefunden (Tab. 1). Vom Herbst zum Winter veränderte sich die Zusammensetzung, wobei die Vielfalt im Nahrungsspektrum abnahm. Mit 18,5% war der im Oktober nachgewiesene Fichtenanteil signifikant niedriger als der 41,6% umfassende Nadelanteil des Dezembers ($p \leq 0,05$). Erst Einzelproben, zwei Losungsproben einer Henne, aus dem Februar bestanden ausschließlich aus Nadelnahrung. Die Losungsproben der Herbstauswilderungen 1999, 2002 und 2003 wurden hinsichtlich ihres Nadelanteils gesondert betrachtet. Dabei zeigte sich, dass der Anstieg zum Winter hin in allen drei Jahren nur gering war (Abb. 3). Im Herbst schwankten die Nadelanteile zwischen 14,3% (2003) und 48,8% (2002), im Winter zwischen 18,3% (2003) bis zu 63,5% (1999). Der deutlichste Anstieg ergab sich für die Herbstauswilderung 1999, als der Fichtenanteil von Herbst (45,7%) zum Winter (63,5%) um ca. 20% zunahm. Ein signifikanter Unterschied ließ sich jedoch weder für diesen, noch für einen der anderen Auswilderungstermine ermitteln. Bei letzteren lag die Zunahme bei lediglich <5%. Hervorzuheben ist der geringe Fichtenanteil (<20%)

in der Herbst- und Winterlosung der Herbstauswilderung 2003. Alternative Komponenten wie Heidelbeere, Gräser und Kräuter waren an Stelle der Fichte getreten, sie machten im Herbst 77,7% und im Winter 77,5% des Nahrungsspektrums aus.

Von der Heidelbeere wurden in den Monaten Oktober bis Dezember Triebe sowie Früchte gefressen (Tab. 1). Während Heidelbeersamen im Oktober noch verstärkt auftraten (20,6%), waren sie bereits im November kaum noch in der Nahrung zu finden (4,5%). Unter den krautigen Pflanzen ließen sich fünf Gattungen (bzw. Arten) sicher nachweisen, wobei *Plantago spec.* am häufigsten vertreten war. Unter den Gräsern dominierten im Oktober und November Süßgräser (*Poaceae*), es konnten aber auch Sauergräser (*Cyperaceae*) und Binsengewächse (*Juncaceae*) nachgewiesen werden. Neben Blattresten (*Poaceae*, *Cyperaceae*) wurden Nüsschen von *Carex spec.* (November) sowie Samen von *Juncus spec.* (Oktober) gefunden.

b) Frühjahrsauswilderung

Bei den im Frühjahr ausgewilderten Auerhühnern dominierten Fichte (56,3%) und Gräser (20,0%) im Nahrungsspektrum (Tab. 1). Der Nadelanteil ging im Verlauf der Frühjahrsmonate von 81,7% im März auf 41,3% im Mai zurück. Alternative Nahrungskomponenten traten dann insbesondere im April und Mai verstärkt in den Vordergrund. Gräser sind hierbei hervorzuheben, wobei Blattreste von Süßgräsern und Überbleibsel von *Eriopho-*

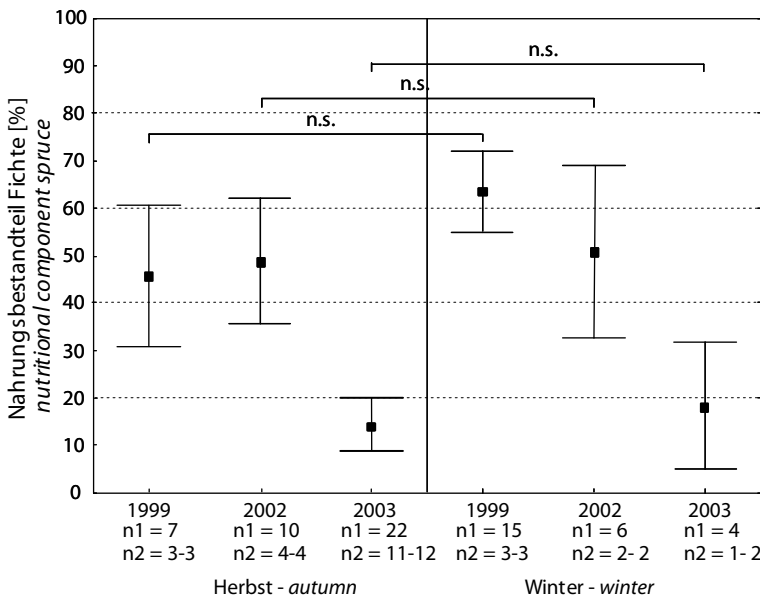


Abb. 3: Prozentuale Verteilung der Fichte in Losungsproben von im Herbst im Nationalpark Harz ausgewilderten Auerhühnern. Herbst = Oktober/November, Winter = Dezember/Februar [Angegeben sind Mittelwert ± Standardfehler (SE) und Signifikanz (n.s. = nicht signifikant)], n1 = Anzahl Losungsproben (n1gesamt = 64), n2 = Anzahl der durch Losungsproben repräsentierten Individuen (min-max) - Percentage distribution of the nutritional component spruce in the droppings of Capercaillies released in the Harz Mountains National Park in autumn. autumn = October/November, winter = December/February [Mean ± Standard error (SE) and significance (n.s. = not significant) are shown], n1 = number of droppings (n1sum = 64), n2 = number of individuals represented by droppings (min-max).

Tab. 1: Prozentuale Verteilung der Nahrungsbestandteile in Losungsproben des Herbstes, Winters und Frühjahrs, gesammelt von den im Nationalpark Harz ausgewilderten Auerhühnern - Percentage distribution of nutritional components found in droppings of Capercaillies released in the Harz Mountains National Park in autumn, winter and spring.

Fundmonat/durch Proben vertretene Auswild- erungstermine (H = Herbst, F = Frühjahr) und Anzahl Proben - found-season/represented years of release (H = autumn, F = spring) and number of droppings	Herbstauswildungen - autumn releases					Frühjahrsauswildungen - spring releases				
	Oktober (n = 17) H99 (n = 3) H03 (n = 14)	November (n = 22) H99 (n = 4) H02 (n = 10) H03 (n = 8)	Dezember (n = 23) H99 (n = 15) H02 (n = 4) H03 (n = 4)	Februar (n = 2) H02 (n = 2)	Oktober gesamt Ocf- total (n = 64)	März (n = 3) F01 (n = 9) F02 (n = 14) F03 (n = 11)	Mai (n = 8) F02 (n = 1) F03 (n = 7)	März-Mai gesamt Mar- May total (n = 45)		
	Herbst - autumn (n = 39)					Winter - winter (n = 25)				
<i>Picea abies</i> , Nadeln - needles	17,1	31,5	36,9	90		58,3	45,0	35,6		
<i>Picea abies</i> , Nadelkissen - pincushion	1,5	4,0	4,7	10		23,3	12,6	5,6		
<i>Picea</i> , gesamt - total	18,5	35,5	41,6	100,0	34,0	81,7	57,6	41,3	56,3	
<i>Fagus sylvatica</i> , Blätter - leaves	2,4	5,0	0	0		0	0	11,9		
<i>Fagus sylvatica</i> , Knospenschuppen - bud scales	0	0	0	0		0	0	11,9		
<i>Fagus</i> , gesamt - total	2,4	5,0	0	0	2,7	0	0	23,8	4,2	
<i>Vaccinium myrtillus</i> , Triebe - shoots	12,6	9,3	36,2	0		16,7	13,7	1,9		
<i>Vaccinium myrtillus</i> , Samen - seeds	20,6	4,5	2,4	0		0	0,3	0		
<i>Vaccinium</i> , gesamt - total	33,2	13,8	38,6	0	25,8	16,7	14,0	1,9	12,0	
Poaceae, Blattreste - leave-remains	12,4	10,3	3,5	0		0	10,9	17,5		
Poaceae, Spelzen - hulls	0	0	0	0		0	0	1,9		
Cyperaceae, Blattreste - leave-remains	0	3,0	5,8	0		0	1,8	0		
<i>Eriophorum</i> spec., Fruchtstände/Blatt. - multiple fruit/leave-remains	0	0	0	0		0	9,3	0		
<i>Carex</i> spec., Nüsschen - nuts	0	1,0	0	0		0	0	0		
<i>Juncus</i> spec., Samen - seeds	1,8	0	0	0		0	0	0		
Gräser, gesamt - grass total	14,1	14,3	9,2	0	12,4	0	21,9	19,4	20,0	
<i>Oxalis acetosella</i> , Blattreste - leave-remains	0	0	4,2	0		0	0	0		
<i>Galium harycynicum</i> , Blattreste - leave-remains	1,5	9,1	2,5	0		0	3,2	0		
<i>Plantago</i> spec., Blätter - leaves	10,6	15,0	0	0		0	0,9	9,4		
<i>Euphrasia rostkoviana</i> , Samen - seeds	6,8	1,0	1,7	0		0	0	0		
<i>Rosa</i> spec., Blätter - leaves	3,8	0	0	0		0	0	0		
<i>Rosa</i> spec., Samen - seeds	2,1	1,0	0	0		0	0	0		
Kräuter (inkl. <i>Rosa</i> spec.), gesamt - herbs (incl. <i>Rosa</i> spec.), total	24,7	26,1	8,5	0	20,2	0	4,1	9,4	4,8	
Arthropoden - arthropods	1,5	1,5	0,4	0	1,2	0	0,4	2,5	0,8	
Farne, Blattreste - ferns, leave-remains	3,8	3,1	1,0	0		0	0,4	0		
Grit - grit	1,8	0,8	0,8	0		1,7	1,2	1,9		
Rindenstückchen - pieces of bark	0	0	0	0		0	0,3	0		
Sonstige other	5,6	3,9	1,7	0	3,8	1,7	1,9	1,9	1,9	

rum spec. besonders auffielen. In vier Einzelproben der neun im April 2001 gesammelten Kotwalzen stellte das Wollgras jeweils zwischen 60-90% der Gesamtprobe. Des Weiteren sei auf nennenswerte Anteile von Buchenbestandteilen (23,8%) im Mai verwiesen. Kräuter spielten

im Frühjahr, anders als in den Herbst- und Wintermonaten, lediglich eine untergeordnete Rolle (4,8%).

Arthropoden und sonstige Nahrungsbestandteile, wie Farne, waren in den jeweiligen Fundmonaten in nur geringen Anteilen vertreten (<5%).

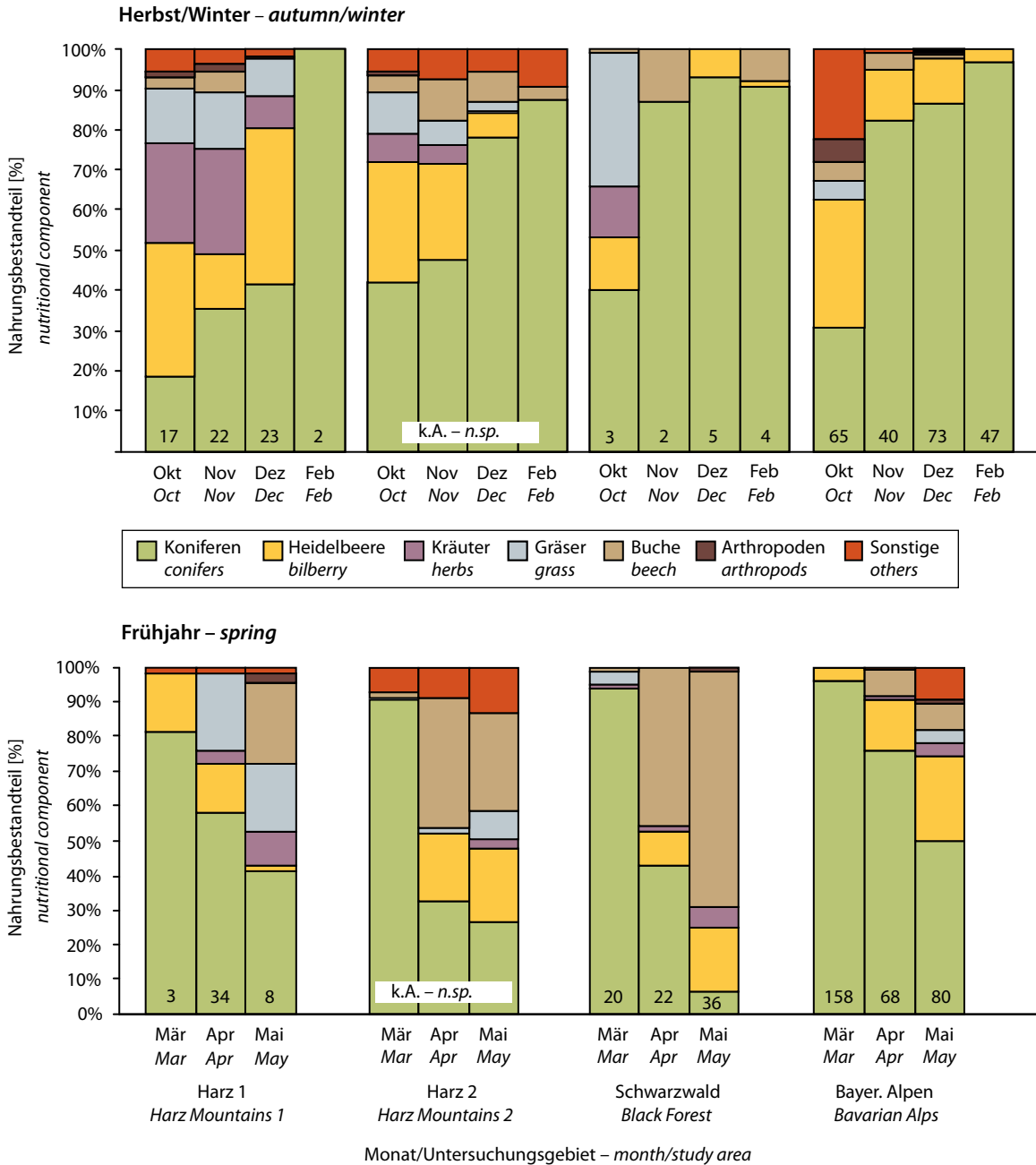


Abb. 4: Zusammensetzung der Losung von Auerhühnern aus drei verschiedenen Populationen. Die Ergebnisse der aktuellen Studie (Harz 1) im Vergleich zu früheren Erhebungen aus dem Untersuchungsgebiet (Harz 2) sowie Erfassungen aus zwei mitteleuropäischen Wildpopulationen. Quellen: Harz 2: Heinemann (1989), Schwarzwald: Lieser (1996), Bayerische Alpen: Storch et al. (1991). Anzahl Losungsproben (n) im jeweiligen Balken (k.A.=keine Angabe). – *Composition of Capercaillie droppings from three different populations. The results of the current study (Harz Mountains 1) compared with data from an earlier survey within the study area (Harz Mountains 2) and two Central European wild populations. Source: Harz Mountains 2: Heinemann (1989), Black Forest: Lieser (1996), Bavarian Alps: Storch et al. (1991). Number of droppings (n) are shown in each bar (n.sp. = not specified).*

5. Diskussion

Nahrungsumstellung, Winternahrung und deren Bedeutung

Das Nahrungsspektrum des Auerhuhns ändert sich im Jahresverlauf von einer vergleichsweise vielfältigen, artreichen Zusammensetzung im Sommer hin zu mehr gleichförmiger und zudem schwer verdaulicher, rohfaserreicher Nadelnahrung im Winter und spiegelt so die saisonale Verfügbarkeit wider (Klaus et al. 1989). Durch Vergrößerung der Blinddärme stellt sich der Verdauungstrakt der Raufußhühner im Verlauf des Herbstes auf die schwer verdauliche Winternahrung ein (Pendergast & Boag 1973, Gasaway 1976, Moss & Hanssen 1980, Pulliainen & Tunkkari 1983, Moss 1989).

Welche Baumart dabei die Winternahrung bestimmt, ist in den Verbreitungsgebieten unterschiedlich. In Schottland (Zwickel 1966, Summers et al. 2004) dominiert die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), in den Vogesen Wald- und Bergkiefer (*Pinus mugo*) (Wilhelm 1982), in den Bayerischen Alpen die Tanne (*Abies alba*; Storch et al. 1991), im Schwarzwald (Lieser 1996) und den Westkarpaten (Saniga 2002) die Fichte. Zum einen sind bei der Baumartenwahl lokale Rahmenbedingungen ausschlaggebend. Im Harz beispielsweise beschränken die natürlichen Gegebenheiten die Nahrungswahl im Winter, da neben der Fichte kaum andere Koniferen vorkommen, was bereits Heinemann (1989) beschreibt. Zum anderen spielt aber auch gezielte Selektion eine Rolle. In den Vogesen wurden verstreut vorkommende Kiefern (Baumartenanteil 7 %) bevorzugt genutzt (Wilhelm 1982). Obwohl die Fichte mit einem Anteil von >50 % in dem Untersuchungsgebiet deutlich häufiger vorkam, war sie im Nahrungsspektrum überhaupt nicht vertreten. Als Gründe für eine solche Selektion, die auch innerhalb einer Baumart erfolgen kann, werden die energetische Verwertbarkeit, die Zusammensetzung der Pflanzeninhaltsstoffe oder morphologische Nadelmerkmale genannt (Lindén 1984, Spidsø & Korsmo 1994, Schroth et al. 2005, Lieser et al. 2006).

Bei wild lebenden Auerhühnern erfolgt der Nahrungswechsel zum Winter hin bereits in den Herbstmonaten Oktober/November (Abb. 4). Im Verlauf der beiden Monate nimmt der Nadelanteil sprunghaft zu, was bei den Wildpopulationen im Schwarzwald und den Bayerischen Alpen jedoch deutlich stärker ausgeprägt ist als bei den Harzer Auerhühnern. Dies könnte darauf hin deuten, dass eine Nahrungsumstellung bei den Zuchtvögeln im besten Falle verzögert erfolgte. Leider liegen für die Wintermonate Januar und Februar lediglich Einzelproben vor, so dass hinreichende Aussagen zu diesem Zeitraum kaum zu treffen sind. Eine erfolgreiche Nahrungsumstellung ließ sich lediglich für eine Henne nachweisen, die im November 2002 ausgewildert wurde. Dieser Vogel überlebte nachweislich bis April 2003 (anschließend Abbruch des Sendekontaktes), was bei durchgängig geschlossener Schnee-

decke (31.01. bis 04.03.2003 ≥ 20 cm, max. 51 cm; Klimadaten erfasst in ca. 600 m ü. NN; Quelle: Deutscher Wetterdienst) eine Verwertung von Winternadelnahrung voraussetzt. Abgesehen von diesem Einzelfall spiegeln vielmehr die Dezemberproben das Nahrungsspektrum des Winters wider, die mit lediglich 42 % vergleichsweise sehr niedrige Koniferenanteile aufweisen (vgl. Abb. 4). Betrachtet man die Vögel der drei Freilassungstermine im Herbst separat (1999, 2002 und 2003), so schwankten die Nadelanteile in den Wintermonaten zwischen 18 % und 64 %. In anderen Studien wurden bei Wildvögeln im Winter mit ca. 90 % deutlich höhere Nadelanteile gefunden (Zwickel 1966, Wilhelm 1982, Lieser 1996, Saniga 2002). Als eine Ursache für den geringen Fichtenanteil in der Winternahrung im Harz können günstige Wetterbedingungen genannt werden. Eine langfristig geschlossene Schneedecke lag zumeist erst nach dem Jahreswechsel (Abb. 2) oder sogar deutlich später im Folgejahr (im Frühjahr 2003 erst im Februar), so dass die ausgewilderten Vögel erst spät auf reine Fichtennadelnahrung angewiesen waren. Geringe Schneehöhen oder später Schneefall ließen so einen zwischenzeitlichen oder längeren Zugriff auf die Krautschicht zu. Dass Raufußhühner unter solchen Bedingungen bis in den Winter hinein gern das Nahrungsangebot am Boden nutzen, wurde mehrfach beschrieben (Zettel 1974b, Pauli 1978, Keller et al. 1979, Pulliainen 1979b). Dabei scheint die Heidelbeere eine bedeutende Rolle zu spielen, was sich in der vorliegenden Studie bestätigte, insbesondere für die Herbstauswilderung 2003 (Winter = 51 % Heidelbeerbestandteile).

Eine andere Erklärung für den geringen Nadelanteil könnte sein, dass die Vögel durch die Gehegehaltung ernährungsphysiologisch nicht hinreichend auf die Freilandbedingungen vorbereitet waren. Dies kann zu hohen Ausfällen unter den Auswilderungstieren führen (z. B. Paganin & Meneguz 1992, Liukkonen-Anttila et al. 2000, Lieser et al. 2005). Lieser et al. (2005) wiesen nach, dass gezüchtete Auerhühner im Vergleich zu Wildvögeln eine deutlich geringere Verdauungsleistung in Bezug auf Nadelnahrung zeigten. Darüber hinaus vermuteten die Autoren, dass eine ungeeignete Zusammensetzung der Mikroben in den Blinddärmen die Effektivität der Verdauung schmälert. Erst eine Zufütterung von leicht verdaulichem Mais (*Zea mays*) konnte den Gewichtsverlust stoppen, der bei ausschließlichem Füttern mit Koniferennadeln auftrat. Wiederholt wurde beobachtet, dass Auerhühner in Auswilderungsgebieten gezielt Maisfütterungen zum Nahrungserwerb aufsuchten. Im Umfeld der Harzer Auswilderungsorte wurde über viele Jahre hinweg ebenfalls Mais zugefüttert, um die ausgebrachten Vögel an das Auswilderungsumfeld zu binden. Heinemann (1989) konnte im Zuge ihrer Untersuchungen im Harz in der Losung Maisanteile von bis zu 12 % (Januar) nachweisen. Dabei profitierten auch die etablierten Auerhühner von dem Mais-

angebot. Es ist davon auszugehen, dass in den Jahren permanenter Maiszufütterung (bis Mitte der 1990er Jahre) zahlreiche Auswilderungsvögel nur aus diesem Grund die harten Winter in den Harzhochlagen überstanden. Vermutlich ist der zeitweilige Erfolg des Wiederansiedlungsprojektes auch auf diesen Umstand zurückzuführen. So hätten auch ernährungsphysiologisch unzureichend umgestellte Vögel Winter mit lang anhaltenden, hohen Schneelagen überleben können. In der vorliegenden Studie erfolgten keine Zufütterungen, dementsprechend wurden auch keine Maiskörner in der Losung nachgewiesen.

Dass ein Individuum (Henne), das über einen Winter hinweg kontinuierlich geortet werden konnte, letztendlich eine erfolgreiche Nahrungsumstellung vollzog, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die ausgewilderten Vögel offensichtlich nicht ausreichend auf das winterliche Nahrungsspektrum umgestellt waren. Vereinzelt nachgewiesene Todesfälle aufgrund von Unterernährung belegen dies (Siano et al. 2006). Zwar wurden den Auswilderungstieren im Gehege frische Fichtenzweige angeboten, doch scheint dies als Vorbereitung nicht ausgereicht zu haben, auch im Hinblick darauf, dass Körnerfutter ausnahmslos weiterhin ad libitum zur Verfügung stand.

Nahrungsbestandteile im Frühjahr und Herbst

Häufig wird auf den Komponentenwechsel von Koniferennadeln hin zu Buchenknospen im Frühjahr verwiesen (Wilhelm 1982, Saniga 2002). Heinemann (1989) fand im Harz bis zu 43 % Buchenknospen in der Nahrung (April, Abb. 4). Im Schwarzwald lag der Anteil noch deutlich höher und erreichte sein Frühjahrsmaximum im Mai (68 %, Lieser 1996). Im Gegensatz dazu trat die Buche in der vorliegenden Studie nicht so entscheidend hervor und wurde erst in der Mailosung gefunden, obwohl sie eine hochwertige Nahrungsquelle darstellt (Zbinden 1980). Da die Buche rund um die Auswilderungsorte durchaus vorkam, ist ihre geringe Präsenz im Nahrungsspektrum schwer verständlich; insbesondere wenn man bedenkt, dass sie in der Zuchtstation regelmäßig angeboten wurde.

Der Heidelbeere kommt insbesondere als Sommer- und Herbstnahrung eine hohe Bedeutung zu (Wilhelm 1982, Jacob 1987, Heinemann 1989, Storch et al. 1991, Lieser 1996, Rodríguez & Obeso 2000, Saniga 2002, Summers et al. 2004, Blanco-Fontao et al. 2010). Nach dem Wechsel von tierischer zu pflanzlicher Kost scheint sie für Jungvögel eine entscheidende Nahrungskomponente zu sein (Spidsø & Stuen 1988). Zusätzlich profitieren die Vögel von der Deckung, die ihnen die Zwergsträucher bieten, was wiederum die Habitatqualität steigert und die hohe Bedeutung der Ericaceae im Auerhuhnlebensraum untermauert (z. B. Storch 1993, 1995).

Kräuter waren in den Herbstmonaten sehr häufig zu finden. Dies entspricht den Angaben aus anderen Studien, wobei eine Vielfalt von Arten (bis um die 50) ver-

treten sein kann (Lieser 1996, Rodríguez & Obeso 2000, Saniga 2002). Im Harz ist der mitunter hohe Anteil krautiger Pflanzen auch auf die häufige Nutzung von Wegrändern zurückzuführen. Dort sind mehr Arten zu finden als innerhalb des Bestandes, was das Nahrungsspektrum deutlich erweitert. Auch Borchtschewski (2009) betont die Bedeutung von Wegrändern zur Nahrungsaufnahme, insbesondere für Hennen.

Unter den Gräsern fällt die saisonal hohe Bedeutung von *Eriophorum* spec. auf, die für Raufußhühner bereits mehrfach beschrieben wurde (Semenov-Tjan-Schanskij 1960, Malkova 2000, Starling-Westerberg 2001, Odden et al. 2003, Borchtschewski 2009). Im Frühjahr kommt den Fruchtständen von *Eriophorum* spec. als Proteinquelle eine entscheidende Bedeutung zu (Pullianen & Tunkkari 1991). Kotproben (Fundzeitraum April) von Vögeln, die an dem in Moornähe befindlichen Auswilderungspunkt am Bruchberg frei kamen, bestanden bis zu 90 % aus Wollgras, was in etwa den Anteilen aus Losungswalzen in Moorhabitaten Schottlands entspricht (Summers et al. 2004). Dieses Beispiel belegt, dass die Auswilderungstiere durchaus in der Lage sind, auch ohne vorherige Kenntnisse auf adäquate Nahrung zurückzugreifen.

Juvenile Raufußhühner ernähren sich in den ersten Lebenswochen hauptsächlich von tierischer Kost (Savory 1989). Dabei konnten im Nahrungsspektrum junger Auerhühner viele Wirbellose (Lepidoptera-Larven, Formicidae, Hemiptera, Diptera, Coleoptera etc.) nachgewiesen werden (Kastdalen & Wegge 1985, Spidsø & Stuen 1988, Atlegrim & Sjöberg 1995, Picozzi et al. 1999, Summers et al. 2004, Wegge & Kastdalen 2008). Der hohe Proteingehalt dieser Nahrung ist für das energiezehrende Wachstum insbesondere der Hähne (Lindén 1981) unerlässlich, so dass Küken im Vergleich zu adulten Vögeln deutlich mehr Arthropoden aufnehmen (Helminen & Viramo 1962, Pulliainen 1979a). Während die höchsten Anteile (ca. 10-15 %) auf den Sommer entfallen (Jacob 1987, Heinemann 1989, Storch et al. 1991, Siano 2008), liegen sie im Frühjahr und Herbst deutlich darunter (≤ 5 %, Abb. 4). Hier schlägt sich sicherlich deren saisonal und regional unterschiedliche Verfügbarkeit in Abhängigkeit von Krautschicht und Witterung nieder.

Konsequenzen für Auswilderungsprojekte

Die Auswilderung gezüchteter Raufußhühner ist grundlegend zu überdenken. Trotz hoher Auswilderungszahlen und erheblichem finanziellen Aufwand im Rahmen zahlreicher Projekte blieb ein langfristiger Erfolg bisher aus (Seiler et al. 2000, Siano & Klaus 2011). Um nicht das prinzipielle Ziel solch ambitionierter Vorhaben, den Artenschutz, ad absurdum zu führen, sollten zukünftige Auswilderungsbestrebungen an strikte Auflagen gebunden werden. Neben grundlegenden, bereits häufig diskutierten Voraussetzungen, wie Habitateignung und adäquate Flächengröße, muss sichergestellt werden, dass die auszuwildernden Vögel im Freiland

auch überlebensfähig sind (IUCN 1998, World Pheasant Association & IUCN/SSC 2009). Physiologische und ethologische Defizite müssen ausgeschlossen werden (z. B. Mäkinen et al. 1997, Liukkonen-Anttila et al. 2000, Scherzinger 2001).

Die geringe Eignung von Zuchtvögeln führte dazu, die Umsiedlung von Wildfängen aus anderen Gebieten (Translokation) als geeignete Alternative zu empfehlen (Griffith et al. 1989, Bergmann et al. 2000). Im Vergleich zu gezüchteten Auerhühnern konnten für solche Wildvögel höhere Überlebensraten nachgewiesen werden (Unger & Klaus 2009). Reichen Fangzahlen und finanzielle Mittel nicht aus, um genügend Wildvögel auszuwildern, wäre eine kombinierte Auswilderung von Wildfängen und geeigneten Zuchtvögeln denkbar. Hierbei würden sich Vorteile, wie die physiologische und ethologische Anpasstheit der Wildfänge, eine hohe genetische Variation und die Möglichkeit, jährlich eine größere Anzahl an Auswilderungstieren ausbringen zu können, ergeben. Eine Grundvoraussetzung dafür ist aber, die ernährungsphysiologische Eignung der Zuchtvögel zu gewährleisten, was eine frühzeitige, bereits in der Zuchtstation intensivierte Fütterung mit natürlicher Nahrung, voraussetzt. Zuchttiere scheinen bei artgerechter Ernährung unter strikter und ausreichender Fütterung mit natürlichen Komponenten durchaus in der Lage zu sein, die Nahrungsumstellung erfolgreich zu vollziehen (Liess 1982). Allerdings sind hier weiterführende Studien unumgänglich, denen es insbesondere unter Berücksichtigung der Verdauungseffizienz gelingen sollte, Fütterungsprogramme zu entwickeln, welche adäquat an das natürliche Nahrungsspektrum angepasste Auswilderungsvögel hervorbringen. Außerdem muss der Kenntnisstand zur Zusammensetzung der Darmflora gezüchteter Auerhühner und deren ggf. veränderte Ausprägung erweitert werden.

Für eine erfolgreiche Auswilderung gezüchteter Raufußhühner ist auch der Auswilderungszeitpunkt ernährungsphysiologisch von hoher Bedeutung. Diskutiert werden der Spätsommer/Herbst und das Frühjahr als günstige Zeitpunkte (z. B. Aschenbrenner 1985, Gremmels 1988, Klaus et al. 1989, Scherzinger 2003, Lieser et al. 2005). Laut Lieser et al. (2005) ist aus ernährungsphysiologischer Sicht das Frühjahr der bessere Termin. Die bevorstehende Vegetationsperiode mit der Möglichkeit, sich über mehrere Monate an die Freilandnahrung anzupassen, und das reichhaltigere Angebot an leicht verdaulicher Nahrung werden hierbei als Vorteile genannt. Voraussetzung für eine Auswilderung im Frühjahr ist jedoch die artgerechte Haltung der Vögel über den Winter, was großräumige Überwinterungsvolieren in den Auswilderungshabitaten voraussetzt. Dem Einzeltier muss genügend Freiraum zur Verfügung stehen, um das Risiko von Erkrankungen, Verletzungen und Verlusten durch „Totfliegen“ zu minimieren. Großräumige Überwinterungsvolieren im Lebensraum sind unter den Witterungsbedingungen

in Mittelgebirgslagen (Ernährung, Hygiene, Schneelage) aber kostenintensiv, arbeitsaufwändig und logistisch schwierig zu bewältigen. Außerdem ist zu erwarten, dass, wie bereits für die im Rahmen von Auerhuhnauswilderungen häufig genutzten Eingewöhnungsvolieren nachgewiesen, Prädatoren angelockt und somit zusätzliche Verluste herbeigeführt werden (Wittlinger 1990, Siano et al. 2006).

Uns erscheint deshalb eine Auswilderung zum frühest-möglichen Termin im Schlupfjahr als günstiger. Anzustreben ist eine Aussetzung im August, spätestens September. Dann könnte sich die allmähliche Nahrungsumstellung räumlich und zeitlich im natürlichen Rahmen vollziehen und die Schwierigkeiten einer Winterhaltung wären vermieden.

Danksagung

Besonderer Dank gilt den Mitarbeitern des Nationalparks Harz, im speziellen Frau Dr. A. Kirzinger und dem Züchter Herrn R. Eichler.

Für die Unterstützung bei der Auswertung der Losungsproben sei insbesondere Frau Dr. U. Heinemann, Herrn Dr. F. Bittmann und Herrn Dr. M. Lieser gedankt.

Ganz herzlichen Dank der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), die den Erstautor im Rahmen eines Promotionsstipendiums förderte. Bingo-Lotto sei für die Finanzierung von Sachmitteln gedankt.

Der LGLN (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen) danken wir für die unkomplizierte Bereitstellung von Geobasisdaten.

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts bedanken wir uns bei Dr. M. Lieser.

6. Zusammenfassung

Von 1999 bis 2003 kamen im Nationalpark Harz (Niedersachsen) 83 gezüchtete juvenile Auerhühner frei, die zuvor mit Sendern ausgestattet und anschließend regelmäßig geortet wurden. Es wurde geprüft, ob die ausgewilderten Auerhühner ein ähnliches Nahrungsspektrum haben wie Wildvögel. Der Hintergrund dabei sind Erkenntnisse darüber, dass gezüchtete Hühner aufgrund der hochverdaulichen und nährstoffreichen Volierenahrung ernährungsphysiologisch schlecht auf ein Leben im Freiland vorbereitet sind.

Es wurden 109 Losungsproben gesammelt und die darin enthaltenen Nahrungsreste mikroskopisch aufbereitet, mit Hilfe einer Vergleichssammlung und der arttypischen Epidermiskennzeichen bestimmt und ihre Anteile geschätzt.

Als Hauptnahrungskomponenten der im Herbst ausgewilderten Auerhühner sind für die Monate Oktober bis Februar Fichte (34%), Heidelbeere (26%) und Kräuter (20%) zu nennen. Bei den im Frühjahr frei gelassenen Vögeln dominierten Fichte (56%) und Gräser (20%). Der Koniferenanteil bleibt jedoch in den Herbst- und insbesondere in den Wintermonaten hinter den Erwartungen zurück, besteht doch die Ernährung wild lebender Auerhühner im Winter nahezu ausschließlich aus Nadeln. Betrachtet man die drei Auswilde-

rungstern im Herbst (1999, 2002 und 2003) separat, fällt auf, dass der Fichtenanteil in den Monaten Dezember bis Februar mit minimal 18% bis maximal 64% auf äußerst niedrigem Niveau schwankt. Eine Umstellung auf die Winteraerhühner, wie sie bei Wildvögeln bereits in den Herbstmonaten erfolgt, konnte nur anhand von Einzelproben nachgewiesen werden und verlief deutlich zeitversetzt (Februar). Günstige Witterungsbedingungen bis weit in die Wintermonate hinein (Verfügbarkeit der Krautschicht als Nahrungsquelle) und ernährungsphysiologische Defizite (geringe Verdauungsleistung) werden als Ursachen dafür diskutiert. Da das Hauptziel von solchen Artenschutzprogrammen die Ausbringung überlebensfähiger Individuen sein muss, ist zukünftig verstärkt darauf zu achten, dass die dafür notwendigen Grundlagen garantiert sind. Eine Voraussetzung dabei ist die Entwicklung umsetzbarer Fütterungsprogramme für Auswilderungszuchten und deren erfolgreiche Etablierung. Gelingen diese nicht, ist der weitere Einsatz von Zuchtvögeln für Ansiedlungsprojekte nicht zu befürworten.

7. Literaturverzeichnis

- Aschenbrenner H 1985: Rauhfusshühner: Lebensweise, Zucht, Krankheiten, Ausbürgerung. Verlag M. & H. Schaper, Hannover.
- Atlegrim O & Sjöberg K 1995: Lepidoptera Larvae as food for Capercaillie chick (*Tetrao urogallus*): a field experiment. *Scand. J. For. Res.* 10: 278-283.
- Bauer H-G & Berthold P 1996: Die Brutvögel Mitteleuropas: Bestand und Gefährdung. AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden.
- Bergmann H-H, Seiler C & Klaus S 2000: Release projects with grouse – a plea for translocation. In: Málková P (Hrsg) *Proc. Int. Conf. Tetraonids - Tetraonidae at the break of the millennium*. České Budejovice, Czech Republic, 24-26 March 2000: 33-42.
- Bergmann H-H, Klaus S & Suchant R 2003: Schön, Scheu, Schützenswert – Auerhühner. Verlag G. Braun, Karlsruhe.
- Blanco-Fontao B, Fernández-Gil A, Obeso J R & Quevedo M 2010: Diet and habitat selection in Cantabrian Capercaillie (*Tetrao urogallus cantabricus*): ecological differentiation of a rear-edge population. *J. Ornithol.* 151: 269-277.
- Borchtschewski V 2009: The may diet of Capercaillie (*Tetrao urogallus*) in an extensively logged area of NW Russia. *Ornis Fennica* 86: 18-29.
- Eichler R & Haarstick K-H 1995: Die Wiederansiedlung des Auerhuhns im Harz. *Naturschutzreport* 10: 125-134.
- Gasaway W C 1976: Seasonal variation in diet, volatile fatty acid production and size of the cecum of Rock Ptarmigan. *Comp. Biochem. Physiol.* 53A: 109-114.
- Glässer R 1994: Das Klima des Harzes. Verlag Kovač, Hamburg.
- Glutz von Blotzheim U N, Bauer K M & Bezzel E (Hrsg) 1973: *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Band 5. Galliformes und Gruiformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt a. M.
- Gremmels H-D 1988: Das Verdauungssystem der Rauhfusshühner – Grundlage zum Verständnis der Ernährungssituation des auszuwildernden und freilebenden Birkwildes. In: Vauk G (Hrsg) *Möglichkeiten, Probleme und Aussichten der Auswilderung von Birkwild*. NNA-Berichte 1/2: 98-102.
- Griffith B, Scott J M, Carpenter J W & Reed C 1989: Translocation as a species conservation tool: status and strategy. *Science* 245: 477-480.
- Haarstick K-H 1992: Die Wiedereinbürgerung des Auerhuhns im Harz – ein Beitrag der Niedersächsischen Landesforstverwaltung zum Artenschutz. *Naturschutzreport* 4: 95-102.
- Hanssen I 1979a: Micromorphological studies on the small intestine and caeca in wild and captive Willow Grouse (*Lagopus lagopus lagopus*). *Acta Vet. Scand.* 20: 351-364.
- Hanssen I 1979b: A comparison of the microbiological conditions in the small intestine and caeca of wild and captive Willow Grouse (*Lagopus lagopus lagopus*). *Acta Vet. Scand.* 20: 365-371.
- Heinemann U 1989: Das Nahrungsspektrum des Auerwildes (*Tetrao urogallus* L.). Literaturstudie und eigene Untersuchungen. Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Helminen M & Viramo J 1962: Animal food of Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and Black Grouse (*Lyrurus tetrix*) in autumn. *Ornis Fennica* 34: 1-12.
- IUCN 1998: Guidelines for re-introduction. Prepared by the IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 10 S.
- Jacob L 1987: Le régime alimentaire du Grand tétras (*Tetrao urogallus* L.) et le Gélinoite des bois (*Bonasa bonasia* L.) dans le Jura. Dissertation Universität Bourgogne, Dijon.
- Kastdalen L & Wegge P 1985: Animal food in Capercaillie and Black Grouse chicks in south east Norway – A preliminary report. In: Hudson PJ & Lovel TWI (Hrsg) *Proc. Int. Grouse Symp.* 3: 499-513.
- Keller H, Pauli H-R & Glutz von Blotzheim U N 1979: Zur Winternahrung des Birkhuhns *Tetrao tetrix* im subalpinen Fichtenwald der Nordalpenzone. *Orn. Beob.* 76: 9-32.
- Klaus S 1997: Zur Situation der waldbewohnenden Rauhfusshuhnarten Haselhuhn *Bonasa bonasia*, Auerhuhn *Tetrao urogallus* und Birkhuhn *Tetrao tetrix* in Deutschland. *Berichte zum Vogelschutz* 35: 27-48.
- Klaus S, Andreev A V, Bergmann H-H, Müller F, Porkert J & Wiesner J 1989: Die Auerhühner. Neue Brehm-Bücherei 86. 2. Aufl., Wittenberg.
- Knolle F 1973: Das Auerhuhn – *Tetrao urogallus* – in Niedersachsen. In: Ringleben H & Schumann H (Hrsg) *Aus der Avifauna von Niedersachsen*. Mettcker & Söhne Wilhelmshaven: 11-18.
- Koerner, S. 1991: Nahrungswahl in menschlicher Obhut aufgewachsener Haselhühner (*Bonasa bonasia* L.) im Wiederansiedlungsgebiet Südhartz. *Diplomarb. Univ. Osnabrück*.
- Lieser M 1996: Zur Nahrungswahl des Auerhuhns *Tetrao urogallus* im Schwarzwald. *Orn. Beob.* 93: 47-58.
- Lieser M, Schroth K-E & Berthold P 2005: Ernährungsphysiologische Aspekte im Zusammenhang mit der Auswilderung von Auerhühnern *Tetrao urogallus*. *Orn. Beob.* 102: 97-108.
- Lieser M, Töpfer T, Schroth K-E & Berthold P 2006: Energetische Beurteilung von Koniferennadeln als Winternahrung von Auerhühnern *Tetrao urogallus*. *Ökol. Vögel (Ecol. Birds)* 28: 1-29.
- Liess C 1982: Untersuchungen zur Fütterung, Reproduktion und Aufzucht von Auerwild in Gefangenschaft. Dissertation Institut für Forstwissenschaften Eberswalde. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin.

- Lindén H 1981: Growth rates and early energy requirements of captive juvenile Capercaillie, *Tetrao urogallus*. Finnish Game Res. 39: 53-67.
- Lindén H. 1984: The role of energy and resin contents in the selective feeding of pine needles by the Capercaillie. Ann. Zool. Fennici 21: 435-439.
- 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.
- Malkova P 2000: The diet of the Black Grouse (*Tetrao tetrix*) in several mountain regions of the Czech Republic. Cahiers d'Ethologie 20: 563-568.
- Mäkinen T, Pyörnilä A, Putaala A & Hissa R 1997: Effects of captive rearing on Capercaillie *Tetrao urogallus* physiology and anatomy. Wildl. Biol. 3: 294.
- Marti C 1985: Unterschiede in der Winterökologie von Hahn und Henne des Birkhuhns *Tetrao tetrix* im Aletschgebiet (Zentralalpen). Orn. Beob. 82: 1-30.
- Moss R 1972: Effects of captivity on gut lengths in Red Grouse. J. Wildl. Manage. 36: 99-104.
- Moss R 1989: Gut size and the digestion of fibrous diets by tetraonid birds. J. Exp. Zool. Suppl. 3: 61-65.
- Moss R & Hanssen I 1980: Grouse nutrition. Nutrition Abstracts and Reviews, Ser. B 50/11: 555-567.
- Nationalparkverwaltung Harz (Hrsg) 2002: Nationalparkplan 2002. unveröff. Bericht: 1-78.
- Odden M, Wegge P, Eliassen S & Finne M H 2003: The influence of sexual size dimorphism on the dietary shifts of Capercaillie *Tetrao urogallus* during spring. Ornis Fennica 80: 130-136.
- Paganin M & Meneguz P G 1992: Gut length of wild and reared Rock Partridges (*Alectoris graeca*): its role in release success. Gibier Faune Sauvage 9: 709-715.
- Pauli H-R 1978: Zur Bedeutung von Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit der wichtigsten Nahrungspflanzen des Birkhuhns *Tetrao tetrix* in den Schweizer Alpen. Orn. Beob. 75: 57-84.
- Pendergast B A & Boag D A 1973: Seasonal changes in the internal anatomy of Spruce Grouse in Alberta. The Auk 90: 307-317.
- Picozzi N, Moss R & Catt D C 1996: Capercaillie habitat, diet and management in a Sitka Spruce plantation in central Scotland. Forestry 69: 373-388.
- Picozzi N, Moss R & Kortland K 1999: Diet and survival of Capercaillie *Tetrao urogallus* chicks in Scotland. Wildl. Biol. 5: 11-23.
- Pulliaainen E 1979a: Animal food of the Capercaillie, *Tetrao urogallus*, in the northern Finnish taiga in autumn. Aquilo Ser. Zool. 19: 29-32.
- Pulliaainen E 1979b: Autumn and winter nutrition of the Capercaillie (*Tetrao urogallus*) in the northern Finnish Taiga. In: Lovel TWI (Hrsg) Woodland Grouse Symposium, Inverness: 92-97.
- Pulliaainen E & Tunkkari P 1983: Seasonal changes in the gut length of the Willow Grouse (*Lagopus lagopus*) in Finnish Lapland. Ann. Zool. Fennici 20: 53-56.
- Pulliaainen E & Tunkkari P 1991: Responses by the Capercaillie *Tetrao urogallus*, and the Willow Grouse *Lagopus lagopus*, to the green matter available in early spring. Holarctic Ecol. 14: 156-160.
- Rodríguez A E & Obeso J R 2000: Diet of the Cantabrian Capercaillie: geographic variation and energetic content. Ardeola 47: 77-83.
- Saniga M 2002: Seasonal variation in the diet of Capercaillie *Tetrao urogallus* in the West Carpathian Mountains. Vogelwelt 123: 25-32.
- Savory C J 1989: The importance of invertebrate food to chicks of gallinae species. Proc. Nutrition Society 48: 113-133.
- Scherzinger W 2001: Ethologische Begleitforschung – ein Erfolgskriterium bei Wiederansiedlungen heimischer Wildtiere. In: Gottschalk E, Barkow A, Mühlenberg M & Settele J (Hrsg) 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). Wissenschaftl. Reihe H. 15.
- Schroth K-E, Lieser M, & Berthold P 2005: Zur Winternahrung des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*) – Versuche zur Bevorzugung von Nadeln verschiedener Koniferenarten. Forstarchiv 76: 75-82.
- Schwarzenberger T 2004: Das Auerhuhn in den Nationalparken Harz und Hochharz – Bestandsentwicklung und Verbreitung von 1995 bis 2003. unveröff. Bericht: 1-33.
- 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-Schanskij O I 1960: Ökologie der Tetraoniden. Trudy Laplands. Gosud. Zapov. 5: 1-318 (in Russisch).
- Siano R 2008: Überleben, Raum- und Habitatnutzung sowie Ernährung ausgewilderter Auerhühner (*Tetrao urogallus* L.) im Nationalpark Harz. Dissertation TU Dresden. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Siano R, Bairlein F, Exo K-M & Herzog S A 2006: Überlebensdauer, Todesursachen und Raumnutzung gezüchteter Auerhühner (*Tetrao urogallus* L.), ausgewildert im Nationalpark Harz. Vogelwarte 44: 145-158.
- Siano R & Klaus S 2011: Auerhuhn-Wiederansiedlungs- und Bestandsstützungsprojekte in Deutschland nach 1978. In: Naturpark Oberer Bayerischer Wald (Hrsg) Das Auerhuhn im Oberen Bayerischen Wald und Böhmerwald: 93-118.
- Spidsø T K & Stuen O H 1988: Food selection by Capercaillie chicks in southern Norway. Can. J. Zool. 66: 279-283.
- Spidsø T K & Korsmo H 1994: Selection of feeding trees by Capercaillie *Tetrao urogallus* in winter. Scand. J. For. Res. 9: 180-184.
- Starling-Westerberg A 2001: The habitat use and diet of Black Grouse *Tetrao tetrix* in the Pennine hills of northern England. Bird Study 48: 76-89.
- Storch I 1993: Habitat selection by Capercaillie in summer and autumn: Is Bilberry important? Oecologia 95: 257-265.
- Storch I 1995: The role of Bilberry in central European Capercaillie habitats. In: Jenkins D (Hrsg) Proc. Int. Grouse Symp. 6: 116-120.
- Storch I, Schwarzmüller C & von den Stammen D 1991: The diet of Capercaillie in the Alps: a comparison of hens and cocks. In: Csányi S & Ernhaft J (Hrsg) Transactions of the XXth Congress of the International Union of Game Biologists. Gödöllő, Hungary: 630-635.

- Summers R W, Proctor R, Thorton M & Avey G 2004: Habitat selection and diet of the Capercaillie *Tetrao urogallus* in Aberrathie Forest, Strathespey, Scotland. *Bird Study* 51: 58-68.
- Unger C & Klaus S 2009: Lebenserwartung und Verlustursachen umgesiedelter Auerhühner *Tetrao urogallus* in Thüringen. *Ornithol. Anz.* 48: 50-55.
- Wegge P & Kastdalen L 2008: Habitat and diet of young grouse broods: resource partitioning between Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and Black Grouse (*Tetrao tetrix*) in boreal forests. *J. Ornithol.* 149: 237-244.
- Wilhelm G J 1982: Ergebnisse von Losungsuntersuchungen an einer Auerwildpopulation in den Vogesen. *Z. Jagdwiss.* 28: 162-169.
- Wittlinger G 1990: Stützung der Auerwildpopulation im Raum Wildbad. In: Minist. Ländl. Raum, Ernährung, Landw. und Forsten (Hrsg) *Auerwild in Baden-Württemberg - Rettung oder Untergang?* Schriftenr. LFV Ba.-Württ. 70: 27-33.
- World Pheasant Association and IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group (Hrsg) 2009: *Guidelines for the Re-introduction of Galliformes for Conservation Purposes*. Gland, Switzerland: IUCN and Newcastle-upon-Tyne, UK: World Pheasant Association. 86 S.
- 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.
- Zettel J 1974a: Mikroskopische Epidermiskennzeichen von Pflanzen als Bestimmungshilfen. *Mikrokosmos* 63: 106-111, 136-139, 177-181, 201-206.
- Zettel J 1974b: Nahrungsökologische Untersuchungen am Birkhuhn *Tetrao tetrix* in den Schweizer Alpen. *Orn. Beob.* 71: 185-246.
- Zwickel F C 1966: Winter food habits of Capercaillie in north-east Scotland. *British Birds* 59: 325-336.