

Ernährungsphysiologische Aspekte im Zusammenhang mit der Auswilderung von Auerhühnern *Tetrao urogallus*

Manfred Lieser, Karl-Eugen Schroth und Peter Berthold

Aspects of nutritional physiology related to release projects with Capercaillies *Tetrao urogallus*. – Experiments concerning the nutritional physiology of captive-bred Capercaillies in winter revealed some facts that are significant for release projects involving grouse. All birds tested ($n = 28$, both sexes, young and adult birds) lost body weight very rapidly as soon as they were fed only needles of conifer species. Body weight stabilized or increased again when this was supplemented by high quality food (maize). It is evident that the birds were not able to digest natural winter food to a sufficient extent. The amount of feces resulting from fermentation in the caeca was generally smaller than in wild birds. The quantity of caecal feces per individual increased during a trial and in some cases from trial to trial, but had decreased again considerably by the following winter. Our findings correspond to data from anatomical studies showing that captive-bred grouse have a reduced digestive system compared to birds in the wild. This helps to explain why most release projects with grouse have failed. Future plans need to make sure that the birds to be used are physiologically adapted. This includes a natural community of symbiotic microorganisms in the caeca. Some implications for rearing, training and releasing grouse are discussed.

Key words: *Tetrao urogallus*, Tetraonidae, nutritional physiology, release projects.

Dr. Manfred Lieser, Prof. Dr. Peter Berthold, Max-Planck-Institut für Ornithologie, Schlossallee 2, D-78315 Radolfzell, e-mail lieser@orn.mpg.de; Dr. Karl-Eugen Schroth, Calwer Str. 27, D-75385 Bad Teinach-Zavelstein, e-mail k.e.schroth@cw-net.de

Auerhuhn, Birkhuhn *Tetrao tetrix* und Haselhuhn *Bonasa bonasia* sind Arten mit hohem Lebensraumsanspruch. Ihr starker Rückgang und ihr regionales Aussterben in Mitteleuropa beruht auf dem großflächigen Verlust von Habitaten (z.B. Bauer & Thielcke 1982, Hölzinger 2001, Lieser 2003). In der Vergangenheit gab es viele Versuche, den Bestandsrückgang durch Freilassung gezüchteter Vögel aufzuhalten (Übersichten bei Niethammer 1963, Klaus 1997, Bergmann et al. 2000). Diese Aktionen müssen durchweg als gescheitert betrachtet werden. Einige jüngere Projekte machen wenig Hoffnung auf die Ansiedlung von langfristig lebensfähigen Populationen (z.B. im Harz, Siano 2001, im Bayerischen Wald, Scherzinger 2003).

Als Gründe für das Scheitern wurden nur selten ungeeignete Auswilderungsbiootope, sondern meistens Prädatoren, Krankheiten, die Technik und der Zeitpunkt der Auswilderung oder Fehlverhalten der Zuchtvögel diskutiert (z.B. Boback 1957, Niethammer 1963, Klaus

1997). Den ernährungsphysiologischen Fähigkeiten der Tiere schenkte man bisher wenig Beachtung (Ausnahme z.B. Gremmels 1988). Bei der Eignung der Vögel ist aber zunächst das Vermögen entscheidend, ganzjährig mit natürlicher Nahrung auszukommen. Im Fall des Auerhuhns spielt hierbei die energetische Verwertung von Koniferennadeln im Winter eine Schlüsselrolle. Größe und Effektivität der Blinddärme, die der Vergärung zellulosereicher Nahrung dienen, bestimmen maßgeblich die umsetzbare Energie.

In unserem Forschungsprojekt zur Ernährungsphysiologie von Auerhühnern (Töpfer 2003, Lieser et al. im Druck, Schroth et al. im Druck) wurde überprüft, ob es Unterschiede im energetischen Wert der Nadeln verschiedener Baumarten als Auerhuhnnahrung gibt. Diese Frage ist für die waldbauliche Gestaltung von Lebensräumen wichtig. Im Rahmen dieser Untersuchungen, bei denen nur gezüchtete Individuen getestet wurden, fielen Daten an, die eine unzureichende Anpassung der Vögel an natür-

liche Winternahrung zeigen, was zu den Aussagen früherer Arbeiten an Raufußhühnern paßt (Pendergast & Boag 1971, Zbinden 1980, Moss 1983, Aschenbrenner 1988, Gremmels 1988, Scherzinger 1989). Im vorliegenden Beitrag sollen diese Befunde vor allem im Hinblick auf Aussetzungsaktionen diskutiert werden. Selbst unter professionellen Bedingungen (z.B. Scherzinger 2003) erweist sich die Auswilderung von Auerhühnern als äußerst schwieriges Unterfangen. Der Ernährung der verwendeten Vögel kommt dabei eine Schlüsselrolle zu.

1. Material und Methoden

In den Wintern 2001/02 und 2002/03 wurden von Anfang Oktober bis Ende März in Volieren der Vogelwarte Radolfzell (47°45' N, 9° E) Fütterungsversuche durchgeführt. Dabei wurden 28 Auerhuhn-Individuen (14 ♀, 14 ♂) getestet, davon einige als Jung- und später als Altvögel in beiden Wintern. Sämtliche Vögel waren in Gefangenschaft erbrütet und aufgezogen worden. Elf stammten aus der eigenen Zucht der Vogelwarte, die übrigen aus anderen Auerhuhnhaltungen in Deutschland und Österreich. Alle Individuen gehen wahrscheinlich auf Auerhühner aus der österreichischen Population zurück.

Vor dem ersten Versuchswinter erhielten die Vögel täglich ein Mischfutter aus Getreide

(Mais, Hafer, Weizen), Eigelb, Mehlwürmern, Karotten und Heidelbeeren. Ganzjährig waren Koniferennadeln mehrerer Arten, im Sommer auch Laubbaumblätter (Buche, Hainbuche, Haselnuss), Heidelbeersträucher, Löwenzahn, Wegerich und Wiesenklees im Angebot.

Während der Versuche befanden sich die Vögel in einer überdachten Drahtvoliere und waren den Außentemperaturen ausgesetzt. Es wurden immer entweder 4 oder 8 Vögel bei gleichem Anteil der Geschlechter getestet, jeder in einem separaten Abteil mit Kunststoffboden von etwa 6 m² Größe, in dem sich nur Schüsseln für Futter, Wasser und Magensteine sowie eine Sitzstange befanden. Diese Stangen waren auf programmierbaren Waagen (Hersteller Höfler, Bräunlingen) montiert, die in bestimmten Intervallen (meist 30 min) die Körpermasse der Vögel speicherten. Die verwendeten Werte für die Körpermasse sind die gemessenen Minima, die zur Beurteilung einer Abnahme oder Zunahme am aufschlußreichsten sind. Dabei können sie an einzelnen Tagen über den tatsächlichen Minima liegen, bedingt durch vorherige Futteraufnahme der Vögel oder durch Wägung vor der morgendlichen Blinddarmkotabgabe.

Vögel, die an mehreren Versuchen teilnahmen, wurden zwischenzeitlich wieder in der Haltungsvoliere untergebracht, wo sie Koniferennadeln nach eigener Wahl und ad libitum sowie Körnermischfutter (Mais, Weizen, Hafer) aufnehmen konnten. Regelmäßige Kon-

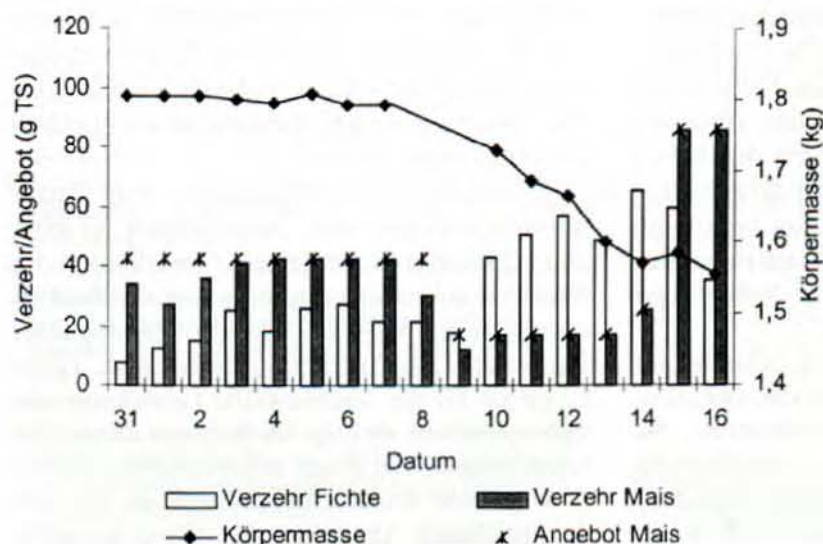
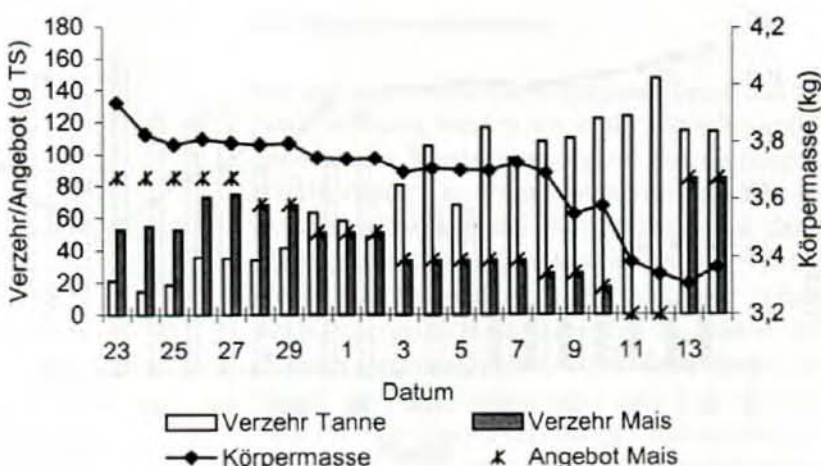


Abb. 1. Entwicklung von Verzehr und Körpermasse einer adulten Henne (Henne 73) vom 31. Oktober bis 16. November 2001 bei Fütterung von Fichtennadeln und Mais. – Food intake and body mass of an adult female Capercaillie between 31 October and 16 November 2001, fed with Norway spruce needles and maize.

Abb. 2. Entwicklung von Verzehr und Körpermasse eines adulten Hahnes (Hahn 1362) vom 23. November bis 14. Dezember 2001 bei Fütterung von Weißstannennadeln und Mais. – *Food intake and body mass of an adult male Capercaillie between 23 November and 14 December 2001, fed with silver fir needles and maize.*



trollwägungen wurden dort nicht vorgenommen.

Während der Versuche wurden immer nur Nadeln einer Baumart gefüttert, und zwar allein oder mit einer geringen Menge Mais. Das Nadelmaterial wurde in lufttrockenem Zustand ad libitum angeboten. Die tägliche Körnerzufütterung betrug null bis 100 g Mais, bei den ♀ aber meist weniger als 50 g und bei den ♂ weniger als 70 g. Futter und Wasser wurde in Töpfe gefüllt und jeden Morgen (etwa zwischen 8 und 10 h) ausgewechselt. Vom Frisch- und Restnadelfutter eines jeden Tages wurden Stichproben für 24 h bei 70 °C getrocknet, um die verzehrte Trockenmasse zu bestimmen. Beim Mais wurde die täglich verzehrte Frischmenge ermittelt und bei allen Auswertungen mit einem konstanten Wert für den Wassergehalt (14,6 %) verrechnet. Dieser Wert war anhand von Stichproben hergeleitet worden.

Nachdem die Versuchsvögel morgens (bis etwa 9 h) ihren Blinddarmkot abgegeben hatten, wurden die im Abteil befindlichen Exkremente, getrennt nach Walzen- und Blinddarmkot, vollständig aufgesammelt und gewogen. Es wurde unterstellt, daß diese Kotmenge aus dem verzehrten Material der vorausgegangenen 24 h resultierte. Nach Trocknung von Stichproben wurden Walzen- und Blinddarmkotmenge und die Gesamtkotmenge (in g Trockensubstanz TS) ermittelt.

2. Ergebnisse

2.1. Körpermasse und Nahrungsaufnahme der Versuchsvögel

Im ersten Versuchswinter 2001/02 zeigten alle Vögel, unabhängig von Geschlecht und Alter oder von der Art der gefütterten Nadeln, eine rasche Körpermasseabnahme, sobald die tägliche Maisration reduziert oder weggelassen wurde. In diesen Fällen stieg der Nadelverzehr stark an; trotzdem verloren einige Vögel 20–30 % ihres Körpergewichts innerhalb von etwa 14 Tagen. Eine erneute Maiszufütterung ließ das Gewicht zumeist rasch wieder ansteigen (Abb. 1–4). Die Henne 74 (Abb. 3) war ein selbst gezüchteter Vogel im ersten Lebensjahr, während die übrigen dargestellten Tiere aus fremden Zuchten erworbene Altvögel waren.

Das gleiche Muster der Entwicklung von Nahrungsaufnahme und Gewicht (nicht nur in den abgebildeten Fällen) ließ den Schluss zu, daß die Effektivität der Nadelverdauung bei den getesteten Vögeln unzureichend war. Als Ursache dafür kam eine zu kurze Phase für die herbstliche Umstellung des Verdauungstraktes auf zellulosereiche Nahrung in Betracht. Deshalb wurde nach dem ersten Versuchswinter bei der normalen Haltung der Auerhühner von März bis Oktober 2002 das leicht verdauliche Futter stark reduziert und der Anteil des Grünfutters erhöht, um den Blinddärmen mehr Zeit zur Anpassung an die Zelluloseverdauung zu lassen. Die im Jahr 2002 selbst gezüchteten Küken erhielten neben Mehlwürmern, Amei-

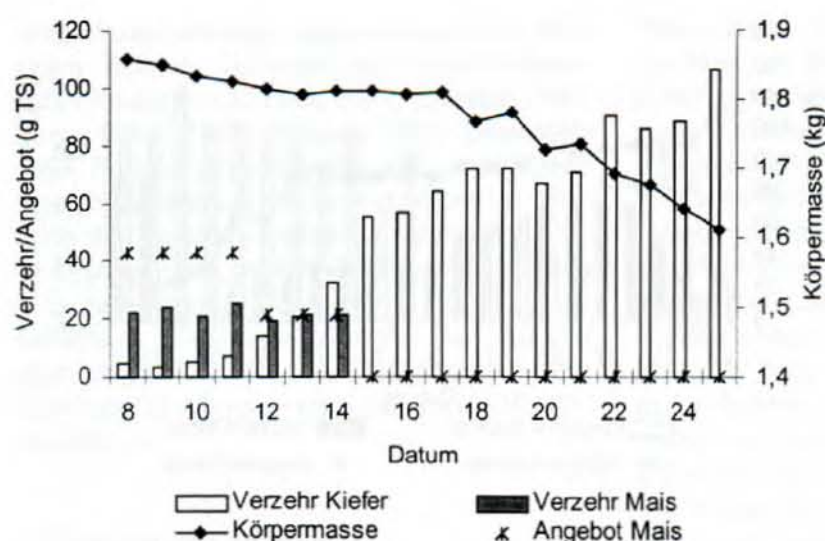


Abb. 3. Entwicklung von Verzehr und Körpermasse einer Junghenne (Henne 74) vom 8. bis 25. Januar 2002 bei Fütterung von Waldkiefernadeln und Mais. – *Food intake and body mass of a first-year female Capercaillie between 8 and 25 January 2002, fed with Scots pine needles and maize.*

senpuppen und Eigelb viel frisches Grünfutter, dessen Anteil im Verlauf des Sommers rasch gesteigert wurde. Auch war beobachtet worden, daß alle Küken vom ersten Lebenstag an frischen Blinddarmkot der Mutter aufpicken, was der Versorgung mit geeigneten Darmsymbionten dienen mag.

Die ersten Folgeversuche wurden im Oktober 2002 mit vier dieser Jungvögel und mit Nadeln der Europäischen Lärche *Larix decidua* als Futter (ohne Mais) durchgeführt. Lärchenadeln sind eine beliebte Auerhuhnnahrung im Herbst (Heinemann 1989, Lieser 1996, Schroth et al. im Druck). Nach einer anfänglich stabilen Phase fiel das Körpergewicht trotz stark gesteigerten

Verzehrs wieder deutlich ab (Abb. 5). Es war also keine grundsätzliche Verbesserung der Verdauungsleistung zu erkennen.

Am 18. Oktober 2002 wurde der Versuch abgebrochen, und die vier Vögel kamen wieder in die Haltungsvoliere, wo sie Nadeln verschiedener Baumarten ad libitum fressen konnten. Zusätzlich erhielt jeder Vogel täglich 50 g Maiskörner (ca. 43 g TS). In den folgenden Wochen wurden die Vögel dann in mehrtägigem Abstand morgens gewogen (Abb. 6). Der Gewichtsabfall setzte sich bei allen vier Vögeln noch fünf bis sechs Tage nach Versuchsende fort. Dann nahm die Körpermasse allmählich wieder zu, erreichte aber am 20.

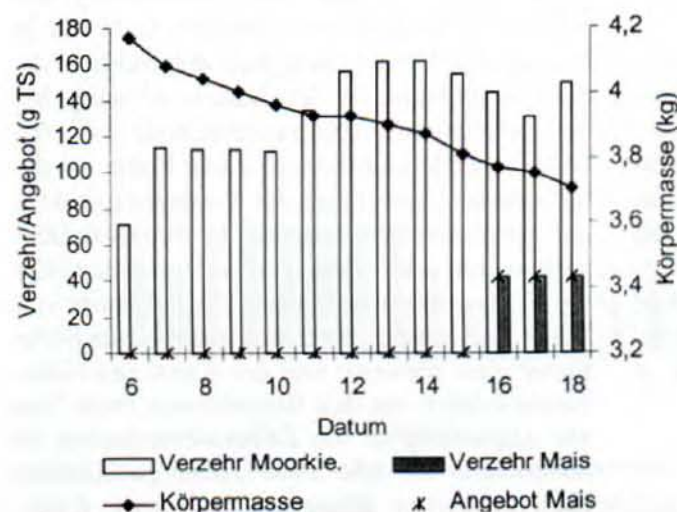


Abb. 4. Entwicklung von Verzehr und Körpermasse eines adulten Hahnes (Hahn 2582) vom 6. bis 18. Februar 2002 bei Fütterung von Moorkiefernadeln und Mais. – *Food intake and body mass of an adult male Capercaillie between 6 and 18 February 2002, fed with Pinus rotundata needles and maize.*

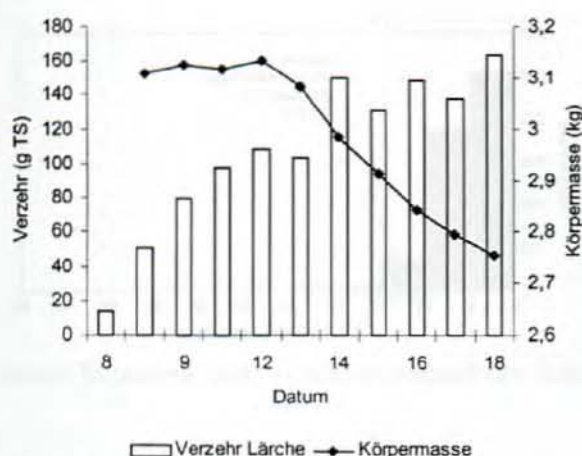


Abb. 5. Entwicklung von Verzehr und Körpermasse eines Junghahnes (Hahn 2923) vom 8. bis 18. Oktober 2002 bei ausschließlicher Nadelfütterung (Europäische Lärche). – *Food intake and body mass of a first-year male Capercaillie between 8 and 18 October 2002, fed with larch needles.*

November erst etwa 80 % der Ausgangswerte vom 7. Oktober. Die weiteren ernährungsphysiologischen Versuche im Winter 2002/03 wurden mit einer ständigen Maiszufütterung durchgeführt, um das Wohlbefinden der Vögel nicht zu beeinträchtigen.

2.2. Blinddarmverdauung

Für die unzureichende Energieausbeute aus der Nadelnahrung kamen als erste Ursache unterentwickelte Verdauungsorgane bei Gefangenschaftsvögeln in Frage. Als Weiser für die Leistungsfähigkeit der Blinddärme wird daher die tägliche Blinddarmkotmenge aus beiden Versuchswintern dargestellt, und zwar wegen des Körpergrößenunterschiedes für Hähne und Hennen getrennt (Abb. 7). Hähne gaben im Mittel 11,5 g Blinddarmkot pro Tag ab, was 14,9 % der Gesamtkotmenge ausmachte. In 82 % der Fälle war die Blinddarmkotmenge unserer Vögel kleiner als 15 g pro Tag. Bei den Hennen betrug der Mittelwert 5,5 g und 14 % des Gesamtkotes. In 91 % der Fälle war die Menge kleiner als 10 g.

Die Entwicklung der Blinddarmkotmengen bei einigen Individuen, die mehrfach getestet wurden, zeigen Abb. 8 und 9. Die Henne 75 war ein Jungvogel aus eigener Zucht, alle anderen waren adult und stammten aus fremden Zuchten. Zu Beginn der Versuche produzierten die Vögel zumeist sehr geringe Blinddarmkotmengen. Dies gilt besonders für die Hennen 987 und 71 sowie für den Hahn 2582 im Okto-

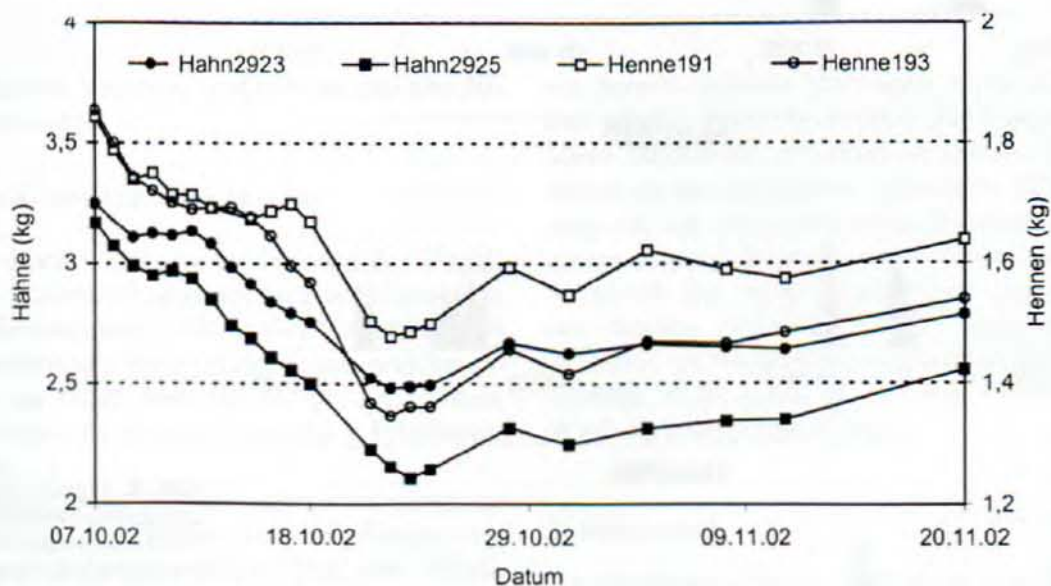


Abb. 6. Entwicklung der Körpermasse von vier Jungvögeln im Okt./Nov. 2002 bei reiner Nadelfütterung (Lärche) bis 18.10. und anschließender Nadel-/Maisfütterung (ca. 50 g Frischmais pro Tier und Tag). – *Body mass of four first-year Capercaillies in October and November 2002. The birds were fed only larch needles until 18 October, and later on a mixture of needles and maize (approx. 50 g maize per bird and day).*

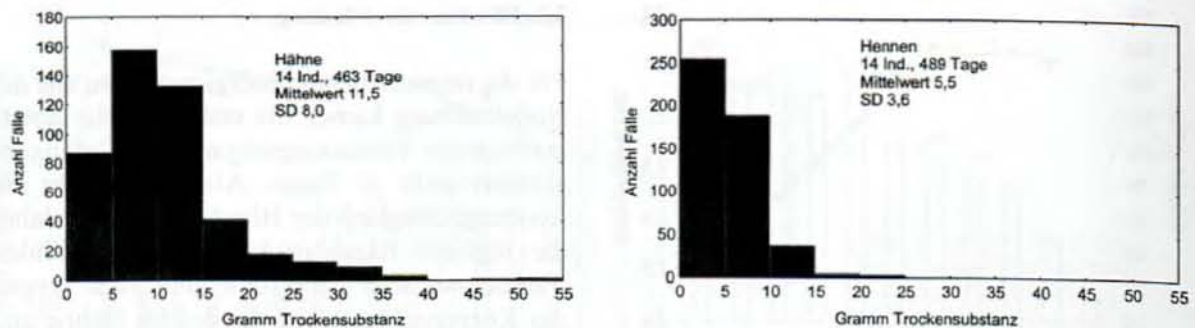


Abb. 7. Tägliche Blinddarmkotmengen von Hähnen (links) und Hennen (rechts). – Daily amount of caecal feces of males (left) and females (right).

ber 2001, als die Vögel erstmalig aus der normalen Haltung und in einen Versuch mit Lärche genommen wurden. Im Verlauf des Winters 2001/02 war von Versuch zu Versuch eine Steigerung der Blinddarmkotmenge festzustellen, vor allem beim Hahn 1362 und bei der

Henne 71. Das hohe Niveau aus dem Spätwinter fiel aber zumeist bis zum folgenden Winter wieder auf ähnlich niedrige Werte wie im Herbst 2001 zurück (Hahn 2582, Hennen 987 und 71). Der Hahn 2581 blieb unter seinen Vorjahreswerten, während die Henne 75 im

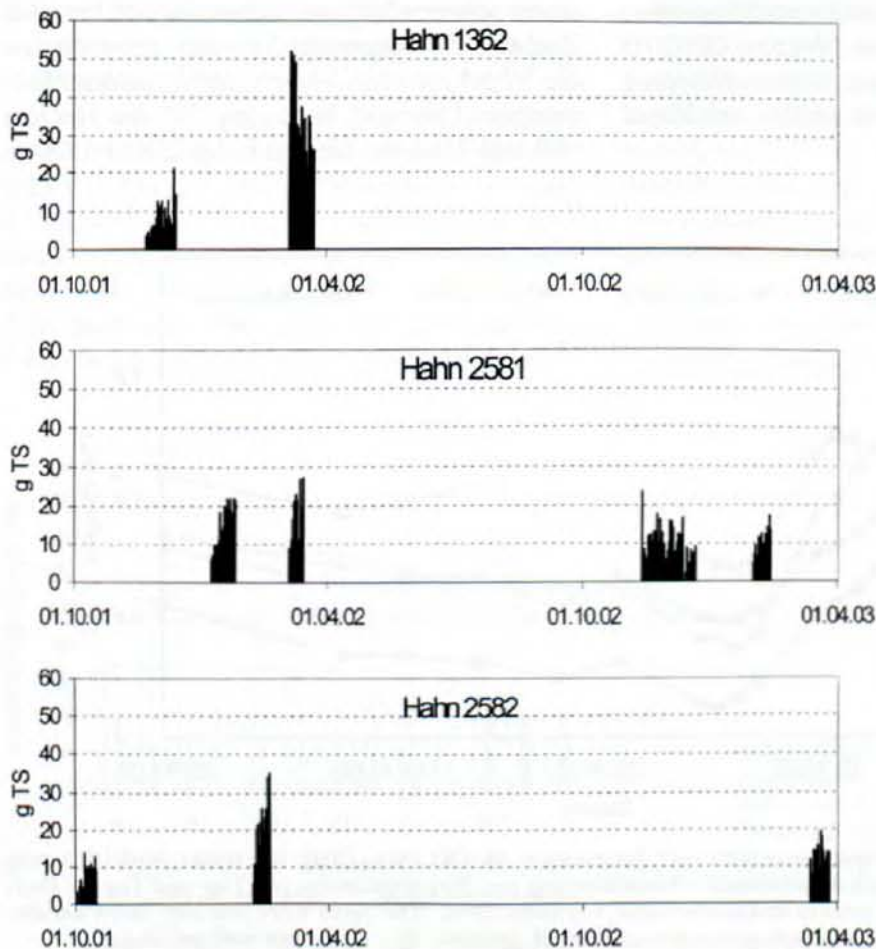


Abb. 8. Tägliche Blinddarmkotmengen (Gramm Trockensubstanz) von drei Hähnen im Verlauf mehrerer Versuche. – Daily amount of caecal feces (g dry matter) of three males during several experiments.

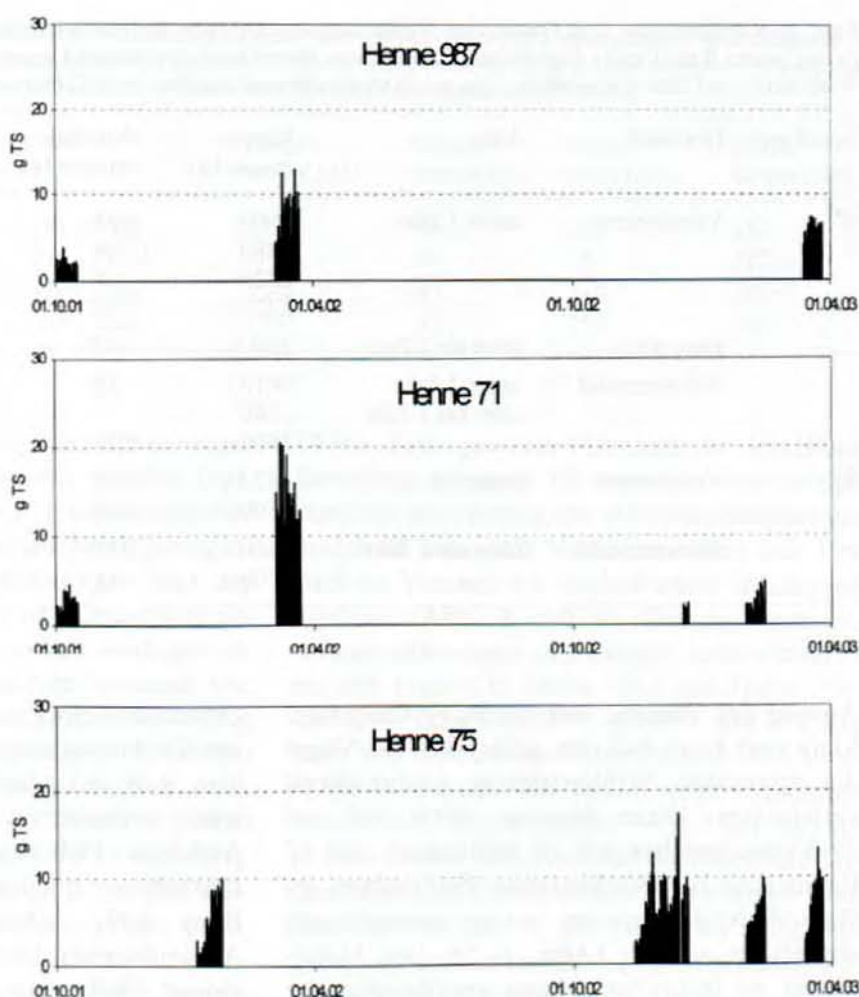


Abb. 9. Tägliche Blinddarmkotmengen (Gramm Trockensubstanz) von drei Hennen im Verlauf mehrerer Versuche. – *Daily amount of caecal feces (g dry matter) of three females during several experiments.*

Verlauf der Versuche stufenweise das alte Niveau erreichte.

2.3. Größe der Verdauungsorgane

Sechs Zuchtvögel aus der Haltung der Vogelwarte Radolfzell und sechs Auerhühner aus dem Schwarzwald (davon eines offensichtlich ausgesetzt), die verunglückt waren, wurden seziiert, um Daten über die Größe der Verdauungsorgane zu erhalten (cm oder g Frischmasse, Tab. 1).

Aufgrund der großen Körpermassenunterschiede bei den Hähnen und der geringen Anzahl von Fällen pro Klasse war eine Mittelwertbildung nicht sinnvoll. Eine individuelle Betrachtung zeigt aber, dass nur einer der vier Junghähne aus der Zucht etwa die Werte des Junghahnes aus dem Schwarzwald erreichte,

der bereits ähnliche Darmlängen wie die beiden adulten Wildvögel hatte. Der ausgesetzte ältere Hahn hatte insbesondere kürzere Blinddärme als die gleichalten Wildvögel. Die Körpergröße der vier untersuchten Hennen liegt in einem engeren Rahmen, so daß hier eher ein Vergleich der beiden Zuchtvögel (jung) mit den beiden Wildvögeln (alt) zulässig ist. Während die Muskelmagengewichte nicht wesentlich differierten, waren die Därme der Wildvögel beträchtlich länger.

3. Diskussion

3.1. Verdauungsleistung gezüchteter Auerhühner

Die rasche Gewichtsabnahme unserer Versuchsvögel bei reiner Fütterung mit Koniferennadeln und die erneute Stabilisierung oder der

Tab. 1. Körpermasse und Größe der Verdauungsorgane von freilebenden (Schwarzwald) und gezüchteten (Vogelwarte Radolfzell) Auerhühnern sowie von einem im Schwarzwald anonym ausgesetzten Zuchtvogel. – *Body mass and size of digestive organs of free-living and captive-bred Capercaillies.*

Geschlecht	Herkunft	Alter	Körpermasse (g)	Muskelmagen (g)	Dünndarm (cm)	Blinddärme (cm)
♂	Vogelwarte	unter 1 Jahr	2800	64	123	125
			2830	54	127	104
			2826	58	140	97
			2772	80	202	159
	ausgesetzt	älter als 1 Jahr	3600	92	167	134
	Schwarzwald	unter 1 Jahr	2610	88	199	168
		älter als 1 Jahr	3300		166	156
		3800	123	193	179	
♀	Vogelwarte	unter 1 J.	1424	43	107	87
			1500	42		98
	Schwarzwald	älter als 1 Jahr	1660	35	156	118
					128	
			1700	48		106

Anstieg bei Zugabe von leicht verdaulichem Mais sind klare Indizien dafür, daß die Vögel die artgemäße Winternahrung unzureichend verwerteten. Diese Aussage stützt sich auf 70 Versuchsreihen mit 28 Individuen und 12 Baumarten zu verschiedenen Zeitpunkten im Winterhalbjahr, wovon einige exemplarisch vorgestellt wurden (Abb. 1–5). Der Unterschied zu Wildvögeln kann am Beispiel der Waldkiefer beurteilt werden, der einzigen Baumart, zu der Freilanddaten vorliegen. Die durchschnittlichen Tageskotmengen unserer Vögel entsprachen 75,8 % der verzehrten Menge an Kiefernadeln, was einen «Umsatz» von 24,2 % der Trockensubstanz von Waldkiefernadeln ergibt (Lieser et al. im Druck). Andreev & Lindén (1994) schätzten bei freilebenden Auerhühnern im finnischen Winter einen entsprechenden Wert von 32 %. Die Leistung von Auerhühnern aus dem Raum St. Petersburg betrug 35 % (Klaus et al. 1986). Unsere Vögel erbrachten also nur etwa drei Viertel der Verdauungsleistung dieser Wildvögel. Aus Mitteleuropa liegen keine Vergleichsdaten aus dem Freiland vor, doch ist es wahrscheinlich, dass auch Wildvögel unserer Breiten eine entsprechende oder ähnliche Nahrungsausnutzung erzielen.

Ein Grund für die geringere Verdauungsleistung und damit auch Energieausbeute ist

zunächst in einer unzureichenden Entwicklung der Verdauungsorgane bei Zuchtvögeln zu sehen, was auf eine zu lange Ernährung mit leicht verdaulichen Stoffen zurückzuführen ist. Auf dieses Phänomen wird in der Literatur seit Jahrzehnten hingewiesen (z.B. Pendergast & Boag 1971, Zbinden 1980, Moss 1983, Aschenbrenner 1988, Gremmels 1988, Scherzinger 1989). Unsere wenigen anatomischen Daten (Tab. 1) finden Ergänzung bei Liukkonen-Anttila et al. (2000), die in Finnland die Organgrößen freilebender und gezüchteter Auerhühner verglichen (Tab. 2). Hierbei wurde nicht nach Jung- und Altvögeln getrennt; die Körpermassen der Vergleichsgruppen waren allerdings nicht signifikant verschieden. Insgesamt liegen die Organgrößen in einem ähnlichen Rahmen wie die Werte aus Tab. 1. Die Unterschiede der Dünndarm- und Blinddarm-längen waren bei beiden Geschlechtern signifikant.

Ein schwererer Muskelmagen bewirkt eine bessere Zerkleinerung der Nadeln, so daß die weitere Verdauung, zunächst im Dünndarm (mit großer resorbierender Oberfläche), erleichtert wird. Auch kann ein höherer Anteil der zellulosereichen Nahrung in Form feiner Partikel in die Caeca geleitet werden. In Verbindung mit den längeren Blinddärmen können Wildvögel somit einen höheren Nahrungsanteil

Tab. 2. Körpermasse und Größe der Verdauungsorgane von freilebenden und gezüchteten Auerhühnern in Finnland (Mittelwerte, Liukkonen-Anttila et al. 2000). – *Body mass and size of digestive organs of free-living and captive-bred Capercaillies in Finland (mean values, Liukkonen-Anttila et al. 2000).*

Geschlecht	Herkunft (Anzahl Ind.)	Alter	Körper- masse (g)	Muskel- magen (g)	Dünn- darm (cm)	Blind- därme (cm)
♂	freilebend (5)	1 juv., 4 ad.	3831	96	206	162
	gezüchtet (16)	5 juv., 11 ad.	3582	80	167	122
♀	freilebend (6)	3 juv., 3 ad.	1794	53	163	102
	gezüchtet (4)	2 juv., 2 ad.	1730	45	151	93

zu flüchtigen Fettsäuren vergären, die zur eigenen Energieversorgung genutzt werden (vgl. Gremmels 1988). Der Anteil unverdaulicher Reste (Walzenkot) ist entsprechend geringer. So waren die Blinddarmkotmengen und der Anteil des Blinddarmkotes am Gesamtkot bei unseren Versuchsvögeln deutlich niedriger als bei freilebenden Auerhühnern in Finnland. Die Mittelwerte von Hähnen lagen dort bei 42,7 g TS pro Tag bzw. 23 % (Andreev & Lindén 1994), während unsere Hähne 11,5 g bzw. 14,9 % erreichten. Nur in 3 von 463 Fällen übertrafen unsere Vögel den Wert von 40 g. Die Werte über 30 g beruhen zudem fast ausschließlich auf einem Individuum (Hahn 1362, vgl. Abb. 8).

Die geringere Nahrungsausnutzung können Zuchtvoegel nicht durch eine beliebige Steigerung des Verzehrs ausgleichen, wie aus Abb. 1–5 ersichtlich ist. Die täglich verzehrbare Menge ist nämlich von der Verweildauer der Nahrung im Verdauungstrakt abhängig. Und diese ist umso länger, je ineffizienter die Verdauung ist (Karasov 1990). So betrug denn auch das Verzehrmaximum unserer Hähne bei der Waldkiefer nur 234 g Trockensubstanz pro Tag (TS/d), während finnische Wildvögel im Durchschnitt 330 g TS/d erreichten (Andreev & Lindén 1994). Die Werte für Hennen lagen entsprechend bei 110 und 144 g TS/d. Ein Abbau von Körpersubstanz zur Energiegewinnung ist die Folge.

Als Anpassung an eine höhere Verdaulichkeit ihrer Sommernahrung reduzieren freilebende Raufußhühner im Sommer ihre Blinddärme und vergrößern sie wieder für den Aufschluss der Winternahrung (z.B. Moss 1972, Pendergast & Boag 1973, Gasaway et al.

1976). Eine gewisse Plastizität in der Blinddarmlänge ist auch für unsere Versuchsvögel zunächst am Anstieg der Blinddarmkotmengen innerhalb einzelner Versuche sowie von Versuch zu Versuch im Verlauf eines Winters erkennbar (Abb. 8 und 9). Dieses Vermögen scheint allerdings individuell unterschiedlich zu sein (vgl. z.B. Hahn 1362 mit Hahn 2581 und 2582 oder Henne 71 mit 987 und 75). Aus dem Sommerhalbjahr liegen zwar keine Messwerte vor, doch läßt das niedrige Ausgangsniveau der Werte einiger Vögel im zweiten Herbst darauf schließen, daß die Blinddarmlängen über den Sommer hinweg reduziert wurden. Die Henne 75, die zuerst als Jungvogel getestet wurde, erreichte ein Jahr später als Altvogel keine höheren Werte.

Bei freilebenden Fichtenwaldhühnern *Capercaillies canadensis* stellten Pendergast & Boag (1973) minimale Blinddarmlängen im August/September und maximale im Februar fest (bei ♂ 30 bzw. 40 cm, bei ♀ 25 bzw. 38 cm pro Blinddarm). Das bedeutet, daß Raufußhühner generell eine gewisse Zeit brauchen, um die Zelluloseverdauung zu optimieren. Moss (1989, in Liukkonen-Anttila et al. 2000) rechnet hierfür 2–4 Monate bei Moorschneehühnern *Lagopus lagopus*. Daraus läßt sich schließen, daß auch Wildvögel zu Beginn des Winters an Körpermasse abnehmen, doch vermutlich nicht in dem Maße wie in der vorliegenden Arbeit bei reiner Nadelfütterung. Ohne Maisbeigabe war ein Verhungern unserer Versuchsvögel zu befürchten, die übrigens im Gegensatz zu freilebenden Auerhühnern sehr milden Witterungsbedingungen ausgesetzt waren und keine zusätzliche Energie für Nahrungssuche und Feindvermeidung aufwenden mussten.

Fichtenwaldhühner, die in menschlicher Obhut mit Pellets gefüttert wurden, zeigten keine Größenveränderung der Verdauungsorgane im Verlauf des Winters (Pendergast & Boag 1971). Unsere Daten des Hahnes 2581 (Abb. 8) und der Henne 75 (Abb. 9) aus dem zweiten Winter zeigen, daß manche Auerhühner auch kurzfristig bei zwischenzeitlicher Normalfütterung mit Maisbeteiligung (Lücken zwischen den Säulen) die Blinddarmverdauung reduzierten und diese bei jedem neuen Versuch mit hohem Nadelfutteranteil erst wieder steigern mussten.

Die mangelhafte Energieausbeute unserer Versuchsvögel wird durch unterentwickelte Verdauungsorgane hinreichend erklärt. Hinzu kommt möglicherweise eine ungeeignete Zusammensetzung der Mikroben in den Blinddärmen, die die Vergärung der Pflanzennahrung vornehmen. Zu dieser Frage wurden bereits Untersuchungen eingeleitet.

3.2. Konsequenzen für Auswilderungsprojekte

Bei der Auswilderung von Raufußhühnern muß der ernährungsphysiologischen Leistung der betreffenden Individuen mehr Beachtung geschenkt werden als bisher. So ist es in Deutschland verboten, ein «gezüchtetes oder aufgezogenes Tier einer wildlebenden Art in der freien Natur auszusetzen oder anzusiedeln, das nicht auf die zum Überleben in dem vorgesehenen Lebensraum erforderliche artgemäße Nahrungsaufnahme vorbereitet ist» (§ 3 Tierschutzgesetz in der Fassung vom 25.5.1998, BGBl. I S. 1105, zuletzt geändert durch Gesetz vom 25.6.2001, BGBl. I S. 1215). Das rasche Verschwinden der vielen ausgesetzten Vögel im Rahmen früherer Projekte ist vermutlich in erheblichem Maße auf eine schlechte ernährungsphysiologische Anpassung zurückzuführen (z.B. Auerhühner im Schwarzwald, Schroth 1991, im Sauerland, Spittler 1994, im Odenwald, Sauer 1997, im Harz, Siano 2001, im Bayerischen Wald, Scherzinger 2003; Birkhühner in Oberschwaben, Hölzinger 2001; Haselhühner im Harz, Künne 1991). So waren die im Harz ausgewilderten und telemetrierten Auerhühner, die Siano (2001) frischtot aufgefunden, stark abgemagert. Im Bayerischen Wald

kamen viele Vögel nach kurzer Zeit um, einige ließen sich sogar wieder einfangen (Scherzinger 2003). Die von Künne (1991) betreuten Haselhühner nahmen in den Auswilderungsvolleren kaum Naturnahrung auf, wenn sie Körnerfutter zur Verfügung hatten. Auch nach der Freilassung kamen sie immer wieder an die Futterstellen. Dieses Verhalten wird ebenfalls von Auerhühnern aus vielen Projekten berichtet (z.B. Wagner 1990, Wittlinger 1990, H. Spittler mdl.).

Bei der Aussetzung im Herbst des ersten Lebensjahres, wie zumeist praktiziert, schaffen die Zuchtvögel die Nahrungsumstellung nicht schnell genug. Zwar konnte nachgewiesen werden, dass ausgewilderte Birk-, Auer- und Haselhühner natürliche Nahrung aufnehmen (Beichle 1988, Heinemann 1989, Körner 1991), doch ist die Energieausbeute zu gering. Eine analoge Situation zeigt Abb. 6. Die Vögel verhungern vermutlich oder fallen in geschwächtem Zustand sehr rasch Beutegreifern zum Opfer, was auch Liukkonen-Anttila et al. (2000) diskutieren. Die Tatsache, daß Raufußhühner als verfrachtete Wildfänge im Aussetzungsgebiet länger überleben (Bergmann et al. 2000), beruht vermutlich größtenteils auf einer höheren Verdauungsleistung.

Bei der Vorbereitung auf die Freilassung müssen die Küken wahrscheinlich vom ersten Tag an Zugang zu lebenswichtigen Blinddarmsymbionten von der Henne (eventuell sogar von Wildvögeln) haben oder mit geeigneten Mikroorganismen «geimpft» werden. Eiweißfutter sollte bald stufenweise zugunsten von natürlichem Grünfutter reduziert werden, damit die Küken gezwungen sind, ihr Verdauungssystem an dieses zu gewöhnen. Der Zukauf von Vögeln aus Fremdzuchten (z.B. Sauer 1990, Spittler 1994) ist abzulehnen.

Der Herbst des ersten Lebensjahres ist entgegen der Meinung von Scherzinger (1981, 2003) und Gremmels (1988) ein ungeeigneter Zeitpunkt für eine Auswilderung. Verhaltenskundliche Aspekte (Scherzinger 1989, Klaus 1997) dürfen nicht zur Freilassung im Herbst führen, wenn die ernährungsphysiologische Anpassung noch nicht abgeschlossen ist. Die von Gremmels (1988) vorgeschlagene Zeitspanne von 4–6 Wochen für die Eingewöh-

nung (von Birkhühnern) dürfte zu kurz sein. Das häufig angeführte Problem der Haltung von Jungvögeln über den Winter darf kein Grund sein, die Vögel im Herbst dem Hungertod im Freiland preiszugeben. Wie das Projekt an der Vogelwarte Radolfzell zeigt, lassen sich junge Auerhühner gut über den Winter halten. Dabei müssen sie langsam auf reine Naturnahrung umgestellt werden, wobei das Körpergewicht und die Blinddarmkotmengen laufend kontrolliert werden müssen. Für jedes Individuum ist aus tierschutzrechtlicher Sicht ein Nachweis über die physiologische Eignung zu fordern. Sollte sich die Anpassung Ende des Winters immer noch als unzureichend erweisen, ist ein zweites Jahr in der Voliere erforderlich. Als Freilassungszeitraum erscheint das Frühjahr günstig, da

- die Blinddärme der Vögel nach der Anpassung an Winternahrung leistungsfähiger sind als im Herbst
- das Angebot an leicht verdaulicher und nährstoffreicher Nahrung (austreibende Laubbaumblätter, Kräuter, Gräser, Blüten, im Sommer Beeren, Insekten sowie andere Kleintiere) und an Deckung im Wald wesentlich besser ist als im Herbst und Winter
- den Vögeln bis zum Wintereinbruch eine mehrmonatige Phase zur Anpassung an Freilandnahrung zur Verfügung steht.

Dank. Wir danken der Otto Wolff-Stiftung für grundlegende und umfangreiche Finanzierung. Till Töpfer leistete maßgebliche Arbeit im Rahmen der Versuche. Detlef Eisfeld gab wertvolle Anregungen für die gesamte Ernährungsstudie. Die Landesforstverwaltung Baden-Württemberg (FVA, Rudi Suchant, Vero Braunisch) ließ uns verunglückte Auerhühner aus dem Schwarzwald für anatomische Untersuchungen zukommen. Gernot Segelbacher half bei der Sektion der Vögel. Hans-Willy Ley und zwei weiteren Gutachtern danken wir für die Durchsicht des Manuskriptes.

Zusammenfassung

Die rasche Gewichtsabnahme gezüchteter Auerhühner (beide Geschlechter, Jung- und Altvögel) bei reiner Fütterung mit Koniferennadeln gleich welcher Art sowie die Stabilisierung oder der Anstieg des Gewichtes bei Zugabe von leicht verdaulichem Mais zeigen, dass die Vögel natürliche Winternahrung

(Koniferennadeln) unzureichend verwerteten. Die Kotmengen aus der Blinddarmverdauung waren insgesamt deutlich geringer als bei Wildvögeln und steigerten sich während der Versuche und in einigen Fällen von Versuch zu Versuch, gingen aber bis zum Beginn des zweiten Versuchswinters wieder deutlich zurück. Diese Beobachtungen passen zu anatomischen Befunden, die zeigen, dass gezüchtete Raufußhühner geringere entwickelte Verdauungsorgane besitzen als Wildvögel. Hierin liegt wahrscheinlich ein Hauptgrund für das Scheitern zahlreicher Auswilderungsprojekte. Für künftige Vorhaben dieser Art sind wesentlich strengere Maßstäbe an die Leistungsfähigkeit der Vögel zu setzen. Dies beinhaltet auch eine natürliche Zusammensetzung der Mikrobenflora in den Blinddärmen. Einige Verbesserungen aus ernährungsphysiologischer Sicht werden diskutiert.

Literatur

- ANDREEV, A. V. & H. LINDÉN (1994): Winter energetics of the capercaillie – a methodological approach. *Ornis Fennica* 71: 33–42.
- ASCHENBRENNER, H. (1988): Auerhuhnhaltung und -auswilderung. *Landwirtsch. Wildhaltung/Wildtiere in Gehegen* 4/88: 71–75.
- BAUER, S. & G. THIELCKE (1982): Gefährdete Brutvogelarten in der Bundesrepublik Deutschland und im Land Berlin: Bestandsentwicklung, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen. *Vogelwarte* 31: 183–391.
- BEICHEL, U. (1988): Raumnutzung, Nahrung und Überlebensdauer ausgewildelter Birkhühner in Schleswig-Holstein. *Natur und Landschaft* 63: 322–327.
- BERGMANN, H. H., C. SEILER & S. KLAUS (2000): Release projects with grouse – a plea for translocations. S. 33–42 in: P. MALKOVA (Hrsg.): *Tetraonidae at the break of the millennium*. Proc. Int. Conf., 24–26 March 2000, Ceske Budejovice.
- BOBACK, W. A. (1957): Warum mißlingen die meisten Wiedereinbürgerungsversuche mit Auerwild? *Falke* 4: 158–159.
- GASAWAY, W. C., R. G. WHITE & D. F. HOLLEMANN (1976): Digestion of dry matter and absorption of water in the intestine and cecum of rock ptarmigan. *Condor* 78: 77–84.
- GREMMELS, H. (1988): Das Verdauungssystem der Raufußhühner – Grundlagen zum Verständnis der Ernährungssituation des auszuwildernden und freilebenden Birkwildes. *NNA-Berichte* 1/2: 98–102.
- HEINEMANN, U. (1989): Zur Winternahrung des Auerhuhns (*Tetrao urogallus* L.) im Harz. *Z. Jagdwiss.* 35: 35–40.
- HÖLZINGER, J. (2001): Birkhuhn *Tetrao tetrix* Linnaeus, 1758. S. 37–54 in: J. HÖLZINGER & M. BOSCHERT (Hrsg.): *Die Vögel Baden-Württembergs*. Bd. 2.2. Ulmer, Stuttgart.
- KARASOV, W. H. (1990): Digestion in birds: chemi-

- cal and physiological determinants and ecological implications. *Studies Avian Biol.* 13: 391–415.
- KLAUS, S. (1997): Flucht in die Zucht. Eine kritische Bilanz der Wiederansiedlung von Auerhühnern. *Nationalpark H.* 1: 8–15.
- KLAUS, S., A. V. ANDREEV, H.-H. BERGMANN, F. MÜLLER, J. PORKERT & J. WIESNER (1986): Die Auerhühner, *Tetrao urogallus* und *Tetrao urogaloides*. Neue Brehm-Bücherei 86, Ziemsen, Wittenberg-Lutherstadt.
- KÖRNER, S. (1991): Nahrungswahl in menschlicher Obhut aufgewachsener Haselhühner (*Bonasa bonasia* L.) im Wiederansiedlungsgebiet Südharz. Diplomarb. Fachbereich Biologie/Chemie Univ. Osnabrück.
- KÖNNE, H. J. (1991): Zur Ökologie und Habitatnutzung sendermarkierter Haselhühner (*Bonasa bonasia*) im Südharz. Diplomarb. Fachber. Biologie/Chemie Univ. Osnabrück.
- LIESER, M. (1996): Zur Nahrungswahl des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*) im Schwarzwald. *Ornithol. Beob.* 93: 47–58. – (2003): Probleme des Artenschutzes im Wirtschaftswald am Beispiel der Rauhfußhühner im Schwarzwald. *Natur und Landschaft* 78: 10–17.
- LIESER, M., T. TÖPFER, K.-E. SCHROTH & P. BERTHOLD (im Druck): Energetische Beurteilung von Koniferennadeln als Winternahrung von Auerhühnern (*Tetrao urogallus*). *Ökol. Vögel* 27: 1–33.
- LIUKKONEN-ANTTILA, T., R. SAARTOALA & R. HISSA (2000): Impact of hand-rearing on morphology and physiology of the capercaillie (*Tetrao urogallus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 125: 211–221.
- MOSS, R. (1972): Effects of captivity on gut length in red grouse. *J. Wildl. Manage.* 36: 99–104. – (1983): Gut size, body weight, and digestion of winter foods by grouse and ptarmigan. *Condor* 85: 185–193.
- NIETHAMMER, G. (1963): Die Einbürgerung von Säugetieren und Vögeln in Europa – Ergebnisse und Aussichten. Parey, Hamburg und Berlin.
- PENDERGAST, B. A. & D. A. BOAG (1971): Nutritional aspects of the diet of spruce grouse in central Alberta. *Condor* 73: 437–443. – (1973): Seasonal changes in the internal anatomy of spruce grouse in Alberta. *Auk* 90: 307–317.
- SAUER, G. (1990): Die Wiederansiedlung von Auerwild im Odenwald. *Schriftenr. Landesforstverw. Baden-Württ.* 70: 33–40. – (1997): Auerwild als Fuchsfraß. *Pirsch* 21: 18–20.
- SCHERZINGER, W. (1981): Chancen der Wiedereinbürgerung von Waldhühnern in Deutschland. *Natur und Landschaft* 56: 131–132. – (1989): Die Nachzucht freilandtauglicher Auerhühner. *Gef. Welt* 113: 121–124. – (2003): Artenschutzprojekt Auerhuhn im Nationalpark Bayerischer Wald von 1985–2000. *Nationalpark Bayer. Wald, Wiss. Reihe* 15, Grafenau.
- SCHROTH, K.-E. (1991): Survival, movements and habitat selection of released capercaillie in the north-east Black Forest. *Ornis Scand.* 22: 249–254.
- SCHROTH, K.-E., M. LIESER & P. BERTHOLD (im Druck): Zur Winternahrung des Auerhuhns *Tetrao urogallus* – Versuche zur Bevorzugung von Nadeln verschiedener Koniferenarten. *Forstarchiv* 76 (3).
- SIANO, R. (2001): Überlebensdauer sowie Raum- und Habitatnutzung ausgewilderter Auerhühner (*Tetrao urogallus* L.) im Nationalpark Harz. Diplomarb. TU Dresden.
- SPITTLER, H. (1994): Wiedereinbürgerungsversuch mit Auerwild (*Tetrao urogallus* L.) im Hochsauerland. *Z. Jagdwiss.* 40: 185–199.
- TÖPFER, T. (2003): Energetische Wertbarkeit von Nadeln eingebürgerter Koniferenarten als Winternahrung des Auerhuhns (*Tetrao urogallus*). Diplomarb. TU Dresden.
- WAGNER, E. (1990): Stützung der Auerwildrestpopulation im Raum Schramberg. *Schriftenr. Landesforstverw. Baden-Württ.* 70: 23–27.
- WITTLINGER, G. (1990): Stützung der Auerwildrestpopulation im Raum Wildbad. *Schriftenr. Landesforstverw. Baden-Württ.* 70: 27–33.
- 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.

Manuskript eingegangen 3. September 2004

Bereinigte Fassung angenommen 30. März 2005