

Nahrung als limitierender Faktor für den Uhu *Bubo bubo* (L.) in der Eifel?

Lutz Dalbeck

Food supply as a limiting factor for the Eagle Owl *Bubo bubo* in the Eifel/Germany?

In combination with the re-introduction of the Eagle Owl *Bubo bubo* (L.) diet analyses were carried out in the north-western hillside areas of Germany. In this study, the connection between the prey choice and the reproductive success respectively the condition of the young as indicator of fitness was analysed for 37 breeding pairs in the Eifel region from 1988-1990. The study shows a clear influence of climatic factors both on the consumption of the prey and on the reproductive success. In contrast there is no relation between the prey choice and the condition of the young and only a small relation between prey choice and reproductive success. Only Rabbit and small Voles (Common Vole, Common Wood Mouse) correlated positively with the number of young but only to a small extend.

As the eagle Owl has a wide range of prey in the Eifel region, it is not vulnerable to fluctuating abundances of certain prey species. This applies to the Rabbit as well, which is the most important prey species in south-western Europe.

In Spain the reproductive success of Eagle Owls heavily decreased corresponding to the diseases Myxomatosis and RHD. Although Rabbit populations suffered the same decreases in the Eifel region, the reproductive success of the eagle Owl was stable.

Nevertheless an appropriate food supply plays an important role for the protection of the Eagle Owl in central-western Europe. Thus the conservation of landscapes which adequately supply prey is a key issue for the conservation of the Eagle Owl.

Dr. Lutz Dalbeck, Gesellschaft zur Erhaltung der Eulen e.V.(EGE) , Postfach 1146, 52394 Heimbach; e-mail: L_Dalbeck@yahoo.com

Einleitung

Der Uhu *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758) rückte als attraktive Art schon früh in den Blickpunkt der Ornithologie; dementsprechend begannen systematische Untersuchungen über seine Ernährungsweise bereits in den 1930er Jahren (Uttendörfer 1939). Inzwischen liegen aus weiten Teilen des europäischen Verbreitungsgebiets detaillierte Kenntnisse zu seiner Ernährungsweise vor, die zeigen, dass sein Beutespektrum generell sehr weit gefächert ist (Cramp 1985, Glutz & Bauer 1980). Dabei messen die Autoren den verschiedenen Beutetieren einen sehr unterschiedlichen „Wert“ bei, eine gute Verfügbarkeit größerer Beutetiere, insbesondere von Wildkaninchen, Feldhase, Igel, Feldhamster und einiger Vogelarten gilt als Voraussetzung für hohe Reproduktionsraten (Donázar 1987, Görner & Knobloch 1978, Knobloch 1979). Große Anteile kleiner Tierarten

in der Nahrung gelten dagegen als Zeichen einer ungünstigen Verfügbarkeit der als optimal eingestuften größeren Tiere und somit als Ausdruck von Nahrungsmangel (Donázar 1987).

Nachdem der Uhu in den 1960er Jahren in weiten Teilen Nord- und Mitteleuropas ausgerottet war, ist er infolge umfangreicher inzwischen in allen Bundesländern Deutschlands, in Dänemark, den Niederlanden, Belgien und Luxemburg wieder heimisch (Dalbeck 2001). Vor dem Hintergrund des tiefgreifenden Wandels mitteleuropäischer Landschaften mit folgensweren Veränderungen in der Artensammensetzung wurde und wird diskutiert, inwieweit Nahrungsmangel eine der Ursachen für das Aussterben des Uhus war (Herrlinger 1973) bzw. für den sich gebietsweise abzeichnenden Rückgang des Uhus verantwortlich ist. So vermuten Görner (1998), Görner & Knobloch (1978) und Knobloch (1979) im Nahrungsmangel den Grund für die schlechten Repro

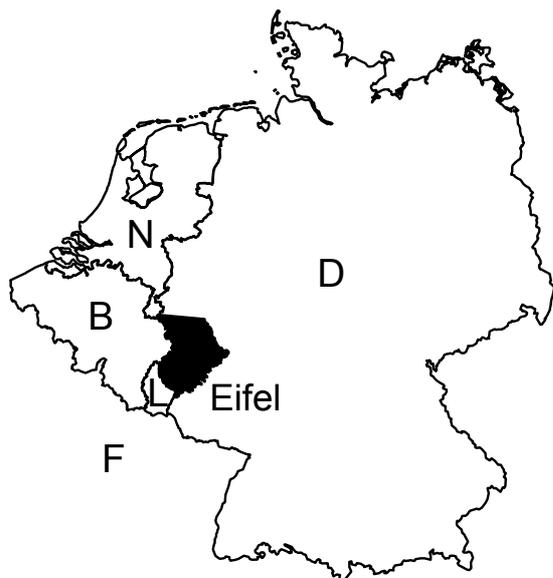


Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebiets (Eifel) im westlichen Mitteleuropa. B: Belgien, BRD: Deutschland, F: Frankreich, L: Luxemburg, N: Niederlande. Aus Dalbeck (2002) verändert. – Location of the study area (Eifel) in central western Europe B: Belgium, BRD: Germany, F: France, L: Luxemburg, N: The Netherlands. After Dalbeck (2002).

duktionsraten einiger Uhuspopulationen in Ostdeutschland; Lanz & Mammen (2005) nennen Nahrungsmangel als Grund für die sich abzeichnende Bestandsabnahme des Uhus in Teilen Bayerns. Auch im einst vom Uhu dicht besiedelten Finnland ist ein empfindlicher Rückgang des Uhus zu verzeichnen, der deutlich mit der Aufgabe kleiner Hausmülldeponien korreliert, an dem die Uhus ihre bevorzugte Beute – Wanderratten – erbeuten (Valkama & Saurola 2005).

Im Rahmen der begleitenden Untersuchungen zur Wiederansiedlung des Uhus im nordwestdeutschen Mittelgebirgsraum nahmen Nahrungsanalysen größeren Raum ein. Die Untersuchungen sollen klären helfen, ob und ggf. in welcher Weise die Reproduktion und die Kondition der Jungtiere (als Fitnessparameter, Naef-Daenzer & Keller 1999, Wright et al. 1998) mit der Nahrungszusammensetzung in Beziehung stehen. Auf dieser Basis soll eine Einschätzung der Bedeutung der Nahrungsverfügbarkeit für die zukünftige Entwicklung der wieder angesiedelten Uhus in den nordwestdeutschen Mittelgebirgen vorgenommen werden.

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (UG) umfasst sowohl den nordrhein-westfälischen als auch den rheinland-pfälzischen Teil der Eifel, die als repräsentativ für die Mittelgebirge des nordwestdeutschen Raumes gelten kann (Abb. 1). Das UG hat eine Größe von ca. 9.500 km² mit Höhen zwischen ca. 50 m und 750 m ü. NN. Dem Aufbau des Rheinischen Schiefergebirges entsprechend besteht die Eifel überwiegend aus einer relativ ebenen Rumpffläche mit steilen, tiefen Tälern, deren Hänge oft mit Felsen durchsetzt sind. Besonders im zentralen Teil und im Südosten existieren tertiäre und quartäre Vulkane. Größere Wälder beschränken sich weitgehend auf das Höhengebiet im Westen. Dort beträgt der Anteil der Waldfläche z. T. mehr als 50 %; das Offenland wird den Hochlagen überwiegend als Grünland genutzt. Sowohl Grünland- als auch Waldanteil nehmen deutlich mit abnehmender Höhe ü. NN ab, so dass in den randlich gelegenen Becken- und Tieflagen Ackerbau vorherrscht, in den großen Tälern im Süden und Osten des Gebietes auch Weinbau.

Das Klima des UG ist subatlantisch-temperat mit kühlen Sommern und milden Wintern. Aufgrund der Leelage zu den westlich angrenzenden Ardennen gibt es innerhalb des UG einen deutlichen Gradienten von einem kühlen, mehr atlantischen Klima im hochgelegenen Westen zu einem milderem, kontinentaleren Beckenklima im Osten und Süden. Die Jahresmitteltemperaturen schwanken zwischen 6,0°C im Höhengebiet und > 9,5°C im Tiefland, die mittleren Niederschläge variieren zwischen > 1100 mm im zentralen und westlichen Teil und < 550 mm in den Beckenlagen im Südosten und die Differenz zwischen mittlerer Sommer- und mittlerer Wintertemperatur (im Folgenden als „Kontinentalitätsindex“ bezeichnet) liegt zwischen 15,0°C im Westen und 17,0°C im Südosten der Eifel (Deutscher Wetterdienst 1957).

Materialsammlung und Auswertung

Die Materialsammlungen fanden zwischen 1988 und 1990 an allen erreichbaren Brutplät-

zen der Eifel statt. Insgesamt liegen aus diesem Zeitraum 109 Aufsammlungen mit 7.609 nachgewiesenen Beutetieren vor. Die Aufsammlungen beinhalten ausschließlich Beutereste aus der Reproduktionsphase. Dabei konnten Beutereste aus den Nestern während der Beringung der Jungen im Alter von ca. vier Wochen und bei einer zweiten Begehung im Spätsommer nach deren Selbständigwerden geborgen werden. Die Aufbereitung und Analyse der Beutereste erfolgte mit Hilfe gängiger Methoden (Wagner & Springer 1970, Frey 1973), bei der die Skelettelemente nach Körperhälften sortiert und den einzelnen Beutetieren zugeordnet werden. Dasjenige Knochenelement einer Körperseite, das am häufigsten vorkommt, liefert die Anzahl Individuen der Beutetierart. Federn werden entsprechend behandelt und mit den Ergebnissen der Gewollanalysen verrechnet. Für die Analyse der Zusammenhänge zwischen Nahrung und Reproduktion bzw. Kondition der Jungen nutzte ich insgesamt 63 Beutelisten von 37 Brutvorkommen mit wenigstens 45 Beutetieren ($n = 6.202$ Beutetiere). Dabei liegen von den einzelnen Brutplätzen aus einem bis drei Jahren Aufsammlungen vor (17 mal aus einem, 14 mal aus zwei und sechs mal aus drei Jahren). Da die Größen der Beutetiere erheblich variierten, gingen in die Analysen statt der Individuenzahlen die relativen Biomassen der Arten ein. Dazu wurden die Individuenzahlen mit der Individualmasse der Beutetierart multipliziert und anschließend der prozentuale Anteil für jede Art errechnet („Biomasseanteil“). Der Berechnung der Biomassen dienten bis auf geringfügige Änderungen und Ergänzungen die Angaben in Glutz & Bauer (1980). Um zu testen, wie robust die Ergebnisse der statistischen Analysen sind, führte ich die Berechnungen ein zweites mal mit den Individuenanteilen der Beutetiere anstelle der Beutetiermassen durch. Die Ergebnisse dieser Analysen stimmen – trotz der sich stark verschiebenden Anteile der einzelnen Beutetiertaxa – weitgehend mit den hier vorgestellten Ergebnissen überein.

In der Eifel konnte ich insgesamt mehr als 100 verschiedene Tierarten als Uhubeute nachweisen, weswegen eine Reduktion der Beutetiertaxa, die in die Analysen einbezogen werden

sollten, notwendig war. Als Grenzen für die Auswahl der Taxa dienten:

> 10 % des Biomasse- und/oder Individuenanteils: Für den Uhu besonders bedeutsame Arten. In diese Kategorie fallen fünf Arten: Igel, Kaninchen, Feldhase, Wanderratte und Feldmaus.

> 1 % bis 10 % des Biomasse- und/oder Individuenanteils: Für den Uhu möglicherweise regional bedeutende Arten. In diese Kategorie fallen: Bisam, Schermaus, Waldmäuse (Gattung *Apodemus*, überwiegend *A. sylvaticus*), Fasan, Rebhuhn, Ringeltaube, Haustaube, Mäusebusard, Stockente, Waldkauz, Waldohreule, Rabenkrähe und Drosseln (*Turdus spec.*) – damit 13 Taxa.

< 1 % des Biomasse- und/oder Individuenanteils: Für den Uhu allenfalls im Einzelfall bedeutsame Arten. Diese Beutetiere blieben bei den Analysen unberücksichtigt.

Die hier dargestellten und die aus der Literatur zum Vergleich herangezogenen Nahrungsanalysen entsprechen den Mindestanforderungen, die Bezzel et al. (1976) formuliert haben: Mindestens 500 nachgewiesene Beutetiere aus mehr als einem Untersuchungsjahr.

Statistische Analysen. Die Kondition der Jungtiere ermittelte ich mit Hilfe biometrischer Daten, die während der Beringung erfasst wurden. Dabei wird die Masse der Jungen über ein Längenmaß größenskaliert (Johnson et al. 1985). Die Kopflänge (Occipitale bis Schnabelspitze) erweist sich als gutes Maß für die Größe der Junguhus, da die Kopflängen der Jungen normalverteilt sind (Kolmogorov-Smirnov $Z = 1,007$, $P > 0,1$, $n = 287$) und – im Gegensatz zu anderen Längenmaßen – unabhängig vom Geschlecht der Tiere sind. Für die Kalkulation log-transformierte ich zunächst die Werte und berechnete dann die Regressionsgerade mit $\log_{10}y = 2,976 \cdot \log_{10}x - 2,653$ ($y =$ Masse, $x =$ Kopflänge). Mit der Gleichung $y = 10^{2,976 \cdot \log_{10}x / 10^{2,653}}$ kann man für eine gegebene Kopflänge die zu erwartende Masse berechnen (für Kopflängen zwischen 60 mm und 105 mm). Die Abweichung von erwarteter zu tatsächlicher Masse diente als Index für die Kondition der Jungtiere. Für jedes Nest und Jahr wurde der Mittelwert gebildet.

Tab. 1. *P*-Werte der Partiellen Manteltests für den Zusammenhang zwischen Habitatparametern und Nahrungszusammensetzung ($n = 63$ Beutelisten). Für jeden Test wurden 10.000 Permutationen durchgeführt. Das Signifikanzniveau α (0,05) wurde nach der Dunn-Šidák-Methode, angepasst. Das neue Signifikanzniveau ist $\alpha' = 0,0073$ für $k = 7$ Matrizen. Die Vorzeichen geben die Richtung der Regressionsfunktionen an. Die für α' signifikanten Werte sind durch „*“ gekennzeichnet. Mac Naughton & Wolf: Mac Naughton & Wolf-Index für die Ähnlichkeit der Beutelisten (vgl. BEZZEL *et al.* 1976), Eveness: Ähnlichkeitsindex der einzelnen Beutelisten. – *P-values for the partial Manteltests for testing the correlation of habitat parameters and Food consumption ($n = 63$ Prey lists, 10.000 permutations). The level of significance α (0.05) was post-hoc corrected using the Dunn-Šidák-Method. The new level of significance is $\alpha' = 0,0073$ for $k = 7$ matrices (significant values of α' are indicated by „*“). The algebraic sign gives the trend of the regression function Mac Naughton & Wolf: Mac Naughton & Wolf Index of similarity of the prey lists (see Bezzel *et al.* 1976), Eveness: Index of the eveness of the distribution of prey within the prey lists.*

abhängige Variable	Nest	Höhe ü. NN	Nieder- schlag	Konti- nentalität	Wald	Bebaut	Gewäs- ser
Mac Naughton & Wolf	+0,003*	+0,908	-0,001*	-0,052	-0,021	-0,866	+0,387
Eveness	-0,546	+0,410	-0,533	+0,410	+0,477	-0,517	-0,823
Igel	-0,279	-0,323	+0,152	+0,189	-0,909	+0,279	-0,715
Kaninchen	+0,339	-0,001*	+0,842	+0,037	+0,048	+0,944	-0,409
Feldhase	-0,547	+0,534	-0,460	-0,008	+0,067	-0,829	+0,975
Leporidae juv.	-0,091	+0,012	-0,9323	+0,005*	-0,529	+0,761	+0,224
Bisam	-0,953	-0,127	+0,024	-0,061	+0,001*	-0,667	-0,858
Scherm Maus	-0,309	-0,013	+0,001*	-0,030	-0,380	-0,667	-0,358
Feldmaus	+0,776	+0,136	-0,546	+0,234	+0,471	-0,283	+0,508
Wanderratte	-0,492	+0,545	-0,696	+0,211	+0,939	+0,501	-0,222
<i>Apodemus spec.</i>	+0,803	+0,532	-0,344	+0,052	-0,999	+0,974	+0,958
Stockente	-0,293	-0,285	+0,098	-0,178	-0,495	-0,857	-0,770
Mäusebussard	-0,086	+0,008	-0,341	+0,568	-0,151	-0,318	-0,243
Fasan	+0,093	-0,003*	-0,860	+0,002*	+0,427	+0,086	-0,996
Rebhuhn	+0,706	+0,166	+0,963	+0,002*	+0,082	-0,287	-0,981
Ringeltaube	-0,533	-0,094	+0,001*	-0,003*	-0,296	-0,251	-0,461
Haustaube	-0,067	-0,805	-0,338	+0,691	-0,012	-0,739	+0,918
Waldkauz	-0,257	-0,538	+0,081	-0,298	-0,598	-0,863	-0,703
Waldohreule	-0,552	+0,021	+0,654	-0,216	-0,937	+0,984	-0,351
Rabenkrähe	-0,031	-0,140	+0,001*	-0,001*	-0,144	-0,507	-0,412
<i>Turdus spec.</i>	+0,718	-0,683	+0,022	+0,035	-0,664	+0,511	-0,751

Um die Zusammenhänge zwischen Nahrungszusammensetzung, abiotischen Faktoren und Reproduktion / Kondition zu testen, nutzte ich partielle Manteltests. Diese Permutationstests erlauben Aussagen zu den Korrelationen aller Testgrößen mit der abhängigen Variable ohne vorhergehende Transformation der Daten (Manly 1986, Thorpe *et al.* 1995). Um Pseudoreplikationen zu vermeiden, musste in den Tests das Nest als Parameter in die Analyse einbezogen werden, da von zahlreichen Nestern aus mehreren Jahren Nahrungsanalysen vorliegen. Dazu bildete ich eine Distanz-

matrix für die Nester (0 = unterschiedliche Nester, 1 = gleiches Nest). Alle Tests sind zweiseitig mit einem Signifikanzniveau der Irrtumswahrscheinlichkeit (α) von 0,05. Da in den Analysen mehrere unabhängige Variable in ihrem Bezug zur abhängigen Variable getestet werden, waren Post-Hoc-Korrekturen notwendig. Dazu verwendete ich die Dunn-Šidák-Korrektur, nach der das Signifikanzniveau α (0,05) entsprechend der Anzahl getesteter Matrizen (k) gesenkt wird. Das neue anzuwendende Signifikanzniveau (α') errechnet sich nach der Formel:

$$\alpha' = 1 - (1 - \alpha)^{1/k}$$

Für die Tests zum Einfluss klimatischer Faktoren und die Struktur des Umfeldes der Brutplätze auf die Nahrungszusammensetzung (Tab. 1), dienten neben den insgesamt 18 ausgewählten Beutetiertaxa die folgenden Indizes als abhängige Variable:

- Ähnlichkeit der Nahrungszusammensetzung der Nester untereinander (Mac Naughton & Wolf-Index, Bezzel et al. 1976) und der
- Eveness der Nahrungszusammensetzung. Dieser Index erlaubt Rückschlüsse auf die Dominanzstruktur der Artenzusammensetzung in der Nahrung unter Einbeziehung der Anzahl nachgewiesener Arten (Bezzel et al. 1976).

Tab. 2. *P*-Werte der Partiellen Manteltests für den Zusammenhang der Anzahl bzw. Kondition der Jungtiere mit Habitatparametern und Ähnlichkeit der Ernährungsweise ($n = 63$ Beutelisten). Für jeden Test wurden 10.000 Permutationen durchgeführt. Das Signifikanzniveau α (0,05) wurde über die Zeilen nach der Dunn-Šidák-Methode, angepasst. Das neue Signifikanzniveau ist $\alpha' = 0,0085$ für $k = 6$ Matrizen. Die Vorzeichen geben die Richtung der Regressionsfunktionen an. Die für α' signifikanten Werte sind durch „*“ gekennzeichnet; M N & W: Mac-Naughton & Wolf-Index. *P-values for the partial Manteltests for testing the correlation of number/condition of young and habitat parameters and similarity of prey lists ($n = 63$ prey lists, 10.000 permutations). The level of significance α (0.05) was post-hoc corrected using the Dunn-Šidák-Method. The new level of significance is $\alpha' = 0,0085$ for $k = 6$ matrices (significant values of α' are indicated by *,*). The algebraic sign gives the trend of the regression function Mac Naughton & Wolf: Mac Naughton & Wolf Index.*

abhängige Variable	Nest	Höhe ü. NN	Niederschlag	Kontinentalität	Wald	Mac Naughton & Wolf
n juv.	-0,465	-0,107	-0,289	<+0,001*	-0,415	-0,368
Kondition	-0,608	+0,265	-0,562	+0,231	+0,365	+0,786

Der Mac Naughton & Wolf-Index errechnet sich als:

$$C = \sum mp_i,$$

der Eveness als:

$$E = D/D_{\max}.$$

Dabei gilt:

$$D = -\sum p_i \ln p_i \text{ [Shannon Wiener-Index],}$$

$$D_{\max} = n(1/n),$$

n = Anzahl Arten der Beuteliste,

p_i = Anteil der Art i in der Beuteliste,

mp_i = Minimum des Individuenanteils der Art i in den beiden zu vergleichenden

Beutelisten.

Als unabhängige Variable nutzte ich insgesamt sechs Faktoren: (1) Höhe über NN, (2) mittlerer Jahresniederschlag, (3) Kontinentalitätsindex. Des weiteren gingen in die Analyse die folgenden, das Umfeld der Brutplätze beschreibende Parameter ein: (4) Waldanteil, (5) Anteil bebauter Fläche und (6) Gewässeranteil – jeweils im Umkreis von 2.500 m um den

Brutplatz. Der Anteil offener Fläche ging in die Analysen nicht ein, da er sich – im Gegensatz zu den anderen Landnutzungsformen – als umgekehrt proportional zum Waldanteil erweist.

Um zu überprüfen, ob der Reproduktionserfolg und die Kondition der Jungen unabhängig von abiotischen Faktoren mit der Nahrungszusammensetzung korrelieren (Tab. 3 und 4) diente als abhängige Variable einerseits der Konditionsindex für die Jungtiere, andererseits der Reproduktionserfolg. Dabei ist der Reproduktionserfolg hier definiert als Anzahl Jungtiere im Alter von vier Wochen. In diesem Alter wurden die Junguhus beringt; dementsprechend ist die Anzahl vierwöchiger Jungvögel eindeutig bekannt. Die so erfasste Jungenzahl entspricht nicht der Anzahl flügger Jungtiere: Junge Uhus verlassen im Alter von etwa sechs Wochen die Nester und beginnen mit acht Wochen zu fliegen (Scherzinger 1980). Die Mortalität der Jungvögel ist in der Eifel in den ersten Wochen nach Verlassen der Nester erheblich (Bergerhausen et al. 1989).

Tab. 3. *P*-Werte der Partiellen Manteltests mit (a) der Anzahl Jungtiere und (b) dem Konditionsfaktor als abhängiger Variable. Die unabhängigen Variablen sind die Klimafaktoren, Nestumgebung und die „bedeutenden“ Beutetierarten ($n = 63$ Beutelisten). Für jeden Test wurden 10.000 Permutationen durchgeführt. Das Signifikanzniveau α (0,05) wurde über die Spalten nach der Dunn-Šidák-Methode, angepasst. Das neue Signifikanzniveau ist $\alpha' = 0,0102$ für $k = 5$ Matrizen. Die Vorzeichen geben die Richtung der Regressionsfunktionen an. Die für α' signifikanten Werte sind durch „*“ gekennzeichnet. – *P-values for the partial Manteltests (a) number of young and (b) coefficient of condition as dependant variable. The independant variables are climatic factors, vicinity of the nests and the ‚relevant‘ prey species ($n = 63$ Prey lists, 10.000 permutations). The level of significance α (0.05) was post-hoc corrected using the Dunn-Šidák-Method. The new level of significance is $\alpha' = 0,0102$ für $k = 5$ matrices (significant values of α' are indicated by ,*').*

Beutetierart	Nest	Höhe ü. NN	Nieder- schlag	Konti- nentalität	Wald	<i>P</i> -Wert d. Beutetiere
a Abhängige Variable = Anzahl Jungtiere						
Igel	-0,963	-0,109	-0,492	<+0,001*	-0,767	-0,551
Kaninchen	-0,829	-0,393	-0,477	<+0,001*	-0,518	+0,017
Feldhase	+0,986	-0,104	-0,475	<+0,001*	-0,783	+0,631
Wanderratte	-0,987	-0,097	-0,452	<+0,001*	-0,772	-0,683
Feldmaus	-0,908	-0,222	-0,567	<+0,001*	-0,630	+0,037
b Abhängige Variable = Kondition						
Igel	-0,934	+0,213	-0,471	+0,386	+0,313	-0,194
Kaninchen	-0,969	+0,163	-0,538	+0,246	+0,259	-0,267
Feldhase	-0,851	+0,256	-0,548	+0,321	-0,309	+0,909
Wanderratte	-0,779	+0,213	-0,519	+0,264	+0,329	-0,170
Feldmaus	-0,828	+0,295	-0,577	+0,361	+0,332	+0,699

Neben den genannten Klima- und Umweltparametern verwendete ich in den Analysen den Mac Naughton & Wolf-Index und die Biomasseanteile der ausgewählten Taxa. Da bei diesen Tests die abhängige Variable (entweder Anzahl oder Kondition der Jungtiere) jeweils gleich war, führte ich eine Post-Hoc Korrektur mit der Dunn-Šidák-Methode durch.

Um zu überprüfen, ob die abiotischen Parameter unabhängig von der Nahrungszusammensetzung einen Einfluss auf die Reproduktion haben, verwendete ich das Vorzeichenkriterium; d. h. ich überprüfte, inwieweit die Anzahl positiver bzw. negativer Vorzeichen von einer zufällig zu erwartenden Poisson-Verteilung abweicht. Ich testete die Hypothese, ob die Nahrungszusammensetzung unabhängig von Habitatfaktoren und Klima mit Kondition bzw. Anzahl der Jungen zusammenhängt in drei Schritten:

1. über die Ähnlichkeit der Beutelisten untereinander – gemessen am Mac Naughton & Wolf-Index der Biomasseanteile. Getestet wird also, ob Nester mit gleicher Jungenzahl bzw. mit Jungen vergleichbarer Kondi-

tion eine ähnliche Nahrungszusammensetzung haben (Tab. 2),

2. über die fünf als bedeutend eingestuft Beutetiertaxa, d. h. ob der Biomasseanteil dieser Taxa mit Jungenzahl bzw. Kondition korreliert (Tab. 3),
3. für die als weniger bedeutend eingestuft Taxa, um ausschließen zu können, dass unter diesen auch für den Uhu wichtige Beutetierarten sind (Tab. 4).

Entwicklung der Kaninchenbestände. Hasenartige gelten in den Verbreitungsschwerpunkten des Uhus als ausgesprochen wichtige Beutetiere (Donazar & Ceballos 1989, Heraldo et al. 1975, Knobloch 1979, Olsson 1997), wobei insbesondere dem Kaninchen besonders im westmediterranen Raum eine besondere Bedeutung zugemessen wird (Martinez & Zuberogaita 2001). Um einschätzen zu können, inwieweit auch in der Eifel die Wildkaninchenbestände mit der Fortpflanzung des Uhus korrelieren, wie es für Spanien beschrieben wird (Martinez & Zuberogaita 2001), wurden die

Jagdstrecken des Wildkaninchens mit der Reproduktion des Uhus verglichen. Zwar sind Jagdstrecken mit zahlreichen Unwägbarkeiten behaftet, dennoch geben die Zahlen für das

Wildkaninchen angesichts der drastischen Bestandsänderungen sicherlich den Trend richtig wider.

Tab. 4. *P*-Werte des Partiellen Manteltests mit der Anzahl Jungtiere als abhängiger Variable, den Klimafaktoren, Nestumgebung und den „weniger bedeutenden“ Beutetierarten als unabhängigen Variablen ($n = 63$ Beutelisten). Für jeden Test wurden 10.000 Permutationen durchgeführt. Das Signifikanzniveau α (0,05) wurde über die Spalten nach der Dunn-Šidák-Methode, angepasst. Das neue Signifikanzniveau ist $\alpha' = 0,0036$ für $k = 14$ Matrizen. Die Vorzeichen geben die Richtung der Regressionsfunktionen an. Die für α' signifikanten Werte sind durch „*“ gekennzeichnet. Für die Berechnung des *P*-wertes nach dem Vorzeichenkriterium wurden die Vorzeichen aller 19 Manteltests der Tabellen 4 und 5 verwendet (in Klammern: Anzahl positiver/Anzahl negativer Vorzeichen). – *P-values for partial Manteltests for testing the correlation between number of young as dependant variable. Independant variables are the ‚less relevant‘ prey species (n = 63 Prey lists, 10.000 permutations). The level of significance α (0.05) was post-hoc corrected using the Dunn-Šidák-Method. The new level of significance is $\alpha' = 0,0036$ für $k = 14$ matrices (significant values of α' are indicated by, *). For the calculation of the P-value, a sign test was made on the basis of all 19 Manteltests of table 4 and 5 (in brackets: number of the positive/negative signs).*

Abhängige Variable = Anzahl Jungtiere						
Beutetierart	P-Wert d. Beutetiere	Höhe ü. NN	Niederschlag	Kontinentalität	Wald	Nest
Bisam	-0,852	-0,102	-0,469	<+0,001*	-0,810	+0,995
Leporidae juv.	-0,912	-0,100	-0,461	<+0,001*	-0,768	-0,991
Schermaus	-0,233	-0,176	+0,980	<+0,001*	-0,712	-0,948
<i>Apodemus spec.</i>	+0,019	-0,135	-0,619	<+0,001*	-0,774	-0,966
Fasan	+0,138	-0,188	-0,471	<+0,001*	-0,746	-0,746
Rebhuhn	+0,872	-0,110	-0,461	<+0,001*	-0,731	-0,994
Ringeltaube	+0,477	-0,100	-0,499	<+0,001*	-0,761	+0,996
Haustaube	+0,477	-0,099	-0,502	<+0,001*	-0,625	+0,910
Mäusebussard	-0,926	-0,095	-0,459	<+0,001*	-0,763	-0,995
Stockente	+0,707	-0,093	-0,433	<+0,001*	-0,788	+0,979
Waldkauz	-0,669	-0,109	-0,510	<+0,001*	-0,759	-0,970
Waldohreule	-0,606	-0,095	-0,475	<+0,001*	-0,771	-0,994
Rabenkrähe	-0,113	-0,135	+0,988	<+0,001*	-0,681	-0,861
Drosseln	+0,389	-0,094	-0,336	<+0,001*	-0,808	-0,991
<i>P</i> -Vorzeichenkriterium		<0,001 (0 / 19)	<0,001 (2 / 17)	<0,001 (19 / 0)	<0,001 (0 / 19)	0,032 (5 / 14)

Ergebnisse

Das Beutetierspektrum der in der Eifel wieder angesiedelten Uhus ist sehr divers und umfasst insgesamt mindestens 116 Arten. In den Jahren 1988 bis 1990 dominierten hinsichtlich der Anzahl Feldmäuse (19,7 %), Igel und Hasenartige (je 11,9 %), Wanderratten (11,4 %) und Tauben

(10,0 %). Sie machen zusammen 65,8 % der Beutetiere aus. Abgesehen von der Feldmaus stellen diese Beutetiere auch den größten Massenanteil mit Igel (27,2 %) Hasenartigen (16,9 %), Tauben (11,6 %) und Wanderratte (10,4 %).

Langfristige Änderungen in der Ernährungsweise Für einige Beutetierarten gibt es auf

fällige Trends in ihrer Bedeutung für den Uhu (Abb. 2). Bemerkenswert ist dies insbesondere bei der Wanderratte: Lag der Anteil in der Nahrung mitteleuropäischer Uhus bis zu den 1970er Jahren durchweg deutlich unter 1 %, stieg er danach exponentiell auf bis zu 30 % in den rechtsrheinischen Mittelgebirgen (Abb. 2a). Für den Anteil der kleinen Wühlmäuse (überwiegend Feldmaus) ist im Laufe der vergangenen 60 Jahre zwar kein genereller Trend erkennbar. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich innerhalb der einzelnen Regionen jedoch eine z. T. erhebliche Zunahme (Abb. 2b). Auch für einige Vogeltaxa sind deutliche Verschiebungen hinsichtlich ihrer Bedeutung als Uhu-beute zu erkennen. So nahm der Anteil der Wildhühner (überwiegend Rebhuhn) im betrachteten Zeitraum kontinuierlich ab, während die Tauben (besonders Ringel- und Haustaube) um eine vergleichbare Größenordnung zunahm, woraus sich insgesamt eine Umkehrung der Anteile ergibt (Abb. 2c).

Einfluss der Habitatstruktur und des Klimas auf die Nahrungszusammensetzung. Beim Vergleich der Ähnlichkeit der Beutelisten untereinander über den Mac Naughton & Wolf-Index, sind zwei Einfluss nehmende Faktoren erkennbar: (1) Nest – Die Nahrungszusammensetzung der einzelnen Brutplätze in aufeinanderfolgenden Jahren ist sich ähnlicher als die verschiedener Brutplätze, (2) Niederschlag – Die Nahrungszusammensetzung der Brutplätze, an denen vergleichbare Jahresniederschläge herrschen, sind sich untereinander ähnlich. Die Nahrungszusammensetzung wird deutlich von klimatischen Faktoren beeinflusst (Tab. 1). Für einzelne Beutetiere sind signifikante Zusammenhänge zu klimatischen Faktoren erkennbar. So sind Schermaus, Ringeltaube und Rabenkrähe typische Beutetiere für Regionen mit hohen Niederschlägen, Rebhuhn und Fasan tauchen dagegen bei den Uhuvorkommen im kontinentaleren Klima, Fasan und Kaninchen zudem in den Tieflagen vermehrt als Beute auf (Abb. 3). Die Habitatparameter „Anteil bebauter Fläche“ und „Flächenanteil Gewässer“ sind mit keiner der Beutetierarten korreliert ($P > 0,05$, Tab. 1), weswegen diese Parameter in den folgenden Analysen nicht mehr berücksichtigt sind.

Tab. 5. Jagdstrecke des Wildkaninchens in Deutschland (Eylert 2004). – *Hunting bag of the Rabbit in Germany (Eylert 2004).*

Bundesland	Strecke / 1.000 ha (Ø 1987 bis 1996)
Nordrhein-Westfalen	93,7
Schleswig-Holstein	59,1
Niedersachsen	33,7
Rheinland-Pfalz	19,4
Hessen	17,0
Saarland	6,2
Baden-Württemberg	5,2
Bayern	3,1
Sachsenanhalt	1,3
Thüringen	0,6
Brandenburg	0,6
Rest	< 0,2

Nahrungswahl, Habitatstruktur, Klima und Reproduktion. Ein Zusammenhang zwischen der Anzahl Jungen (Reproduktionsparameter) und der Kondition (Fitnessparameter) ist nicht erkennbar (Mantel-Test, Nest: $P = 0,104$, Kondition: $P = 0,693$, $n = 63$ Beutelisten). Reproduktions- und Fitnessparameter hängen unterschiedlich mit den unabhängigen Variablen zusammen: Nur der Klimafaktor „Kontinentalität“ ist signifikant mit der Jungenzahl korreliert, das heißt, dass weder die Umgebung noch die Ähnlichkeit der Beutelisten (Mac Naughton & Wolf-Index) mit der Jungenzahl zusammenhängen (Tab. 2). Für die Kondition ist keinerlei Zusammenhang zu den Habitat- und Klimaparametern oder der Nahrungszusammensetzung nachweisbar. Führt man diese Analyse für die fünf zahlen- bzw. massenmäßig wichtigsten Beutetiere sowie für die weniger wichtigen Beutetiere durch, erhält man ein vergleichbares Ergebnis (Tab. 3 und 4): Der Reproduktionserfolg bleibt nach der Dunn-Šidák-Korrektur lediglich mit dem Faktor „Kontinentalität“ in allen Tests signifikant korreliert. Allerdings sind drei Taxa – Kaninchen, Feldmaus (Tab. 3a) und die Waldmäuse (Tab. 4) vor der Dunn-Šidák-Korrektur, d. h. auf dem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ signifikant. Die Kondition ist mit keinem der Beutetiere und ebensowenig mit den Habitatparametern

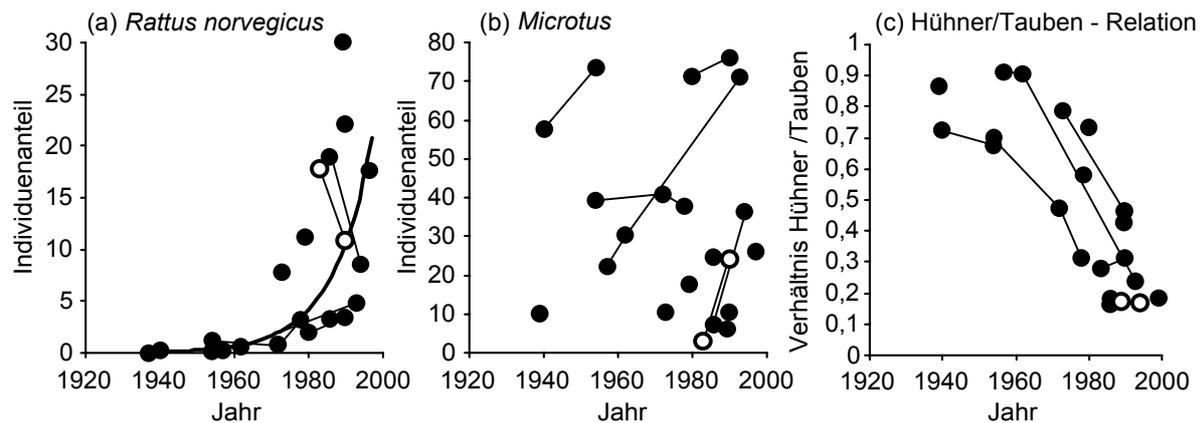


Abb. 2. Individuenanteile (a) der Wanderratte (mit Exponentialkurve, $R^2 = 0,74$) und (b) der Wühlmause (Gen. *Microtus*) sowie (c) Verhältnis von Hühnern zu Tauben (0 = nur Tauben, 1 = nur Hühner) in der Nahrung mitteleuropäischer Uhus im Laufe von 60 Jahren. Aufsammlungen aufeinander folgender Zeiträume in gleichen Regionen sind durch Linien verbunden. Offene Kreise: Aufsammlungen aus der Eifel. – Percentage of prey items of (a) Brown Rat (including exponential curve, $R^2 = 0,74$), (b) Voles (Gen. *Microtus*) and (c) the relation of Galliformes and Pidgeons (Gen. *Columba*; 0 = singly Pidgeons, 1 = singly Galliformes) in the prey of central European Eagle Owls within the last 60 years. Results of the same locations but of consecutive years are connected by lines. Open circles: Collections from the Eifel area.

Quellen – sources: Elbsandsteingebirge (März 1940, 1954), Sudeten (März 1940), Thüringen (März 1972, Görner & Knobloch 1978), Niederösterreich (Frey 1973), Frankenjura (Bezzel *et al.* 1976), Schleswig-Holstein (Landesverband für Eulenschutz 1984, 1986, Mayer-Albrecht 1994), Südeifel (Bossemann 1983, eigene Daten 1988-1990), Saarland (eigene Daten 1989-1990), Rechtsrheinische Mittelgebirge (eigene Daten 1989), Sachsen (März 1954), Harz (März 1957, König & Haensel 1968, Wade-witz & Nicolai 1993), Jeseník-Gebirge (Suchy 1990).

und dem Klima korreliert (für alle Faktoren $P > 0,16$, Tab. 3b). Man kann somit davon ausgehen, dass die Kondition nicht mit den gemessenen Habitatparametern zusammenhängt. Daher wurden keine weiteren Analysen mit der Kondition als unabhängiger Variable durchgeführt. Für die Faktoren Nest, Höhe über NN, Niederschlag, Kontinentalität und Wald wurde das Vorzeichenkriterium angewandt und überprüft, inwieweit die Richtung der Regressionsfunktionen (positiv oder negativ) von einer zufällig zu erwartenden Poisson-Verteilung signifikant verschieden ist. Nach diesem Kriterium sind alle diese Faktoren signifikant mit der Anzahl der Jungtiere korreliert (Tab. 4). Klimafaktoren und Waldanteil in der Nestumgebung haben also einen Einfluss auf den Reproduktionserfolg – unabhängig von der Nahrungszusammensetzung.

Diskussion

Das Beutespektrum im Vergleich. Der Uhu ist generell ein Nahrungsgeneralist (Bezzel *et al.* 1976, Cramp 1985, Glutz & Bauer 1980). Wie die große Diversität in der Nahrungszusammensetzung zeigt, gilt das auch für die wiederangesiedelten Uhus. Insofern ist die Nahrungswahl wiederangesiedelter Uhus nicht von der autochthoner unterscheidbar. Zudem fügen sich die Ergebnisse aus der Eifel gut in die Langzeitrends ein, die für einige Beutetiere in Mitteleuropa erkennbar sind. Der Zunahmetrend der Feldmaus in der Uhubeute (Abb. 2b) korreliert mit der Zunahme der Fekundität und eine verlängerte Fortpflanzungssaison der Feldmaus, die zu einer deutlich erhöhten Abundanz und Stärke von Feldmausgradationen führen kann. Diese Veränderungen sind eine Folge des großflächigen Wandels der Landnutzung, möglicherweise unterstützt durch Klimaänderungen, (Giraudoux *et al.* 1994, Zejda & Nesvadbová

1996). Auch die Umkehrung der Bedeutung von Tauben und (Reb-)Hühnern in der Uhubeute (Abb. 2c), einen Trend, der sich schon Anfang der 1970er Jahre abzeichnete (März 1972), entspricht den bekannten Änderungen der Abundanz dieser Arten (Aebischer & Kavanagh 1997, Saari 1997). Auch in der Eifel hat das

Rebhuhn vermutlich in den 1950er Jahren vor der Ausrottung des Uhus eine deutlich größere Bedeutung gehabt. Warncke (1960) nennt unter 67 Beutetieren eines der letzten Uhubrutpaare der Eifel 16 Rebhühner gegenüber zwei (Ringel-) Tauben.

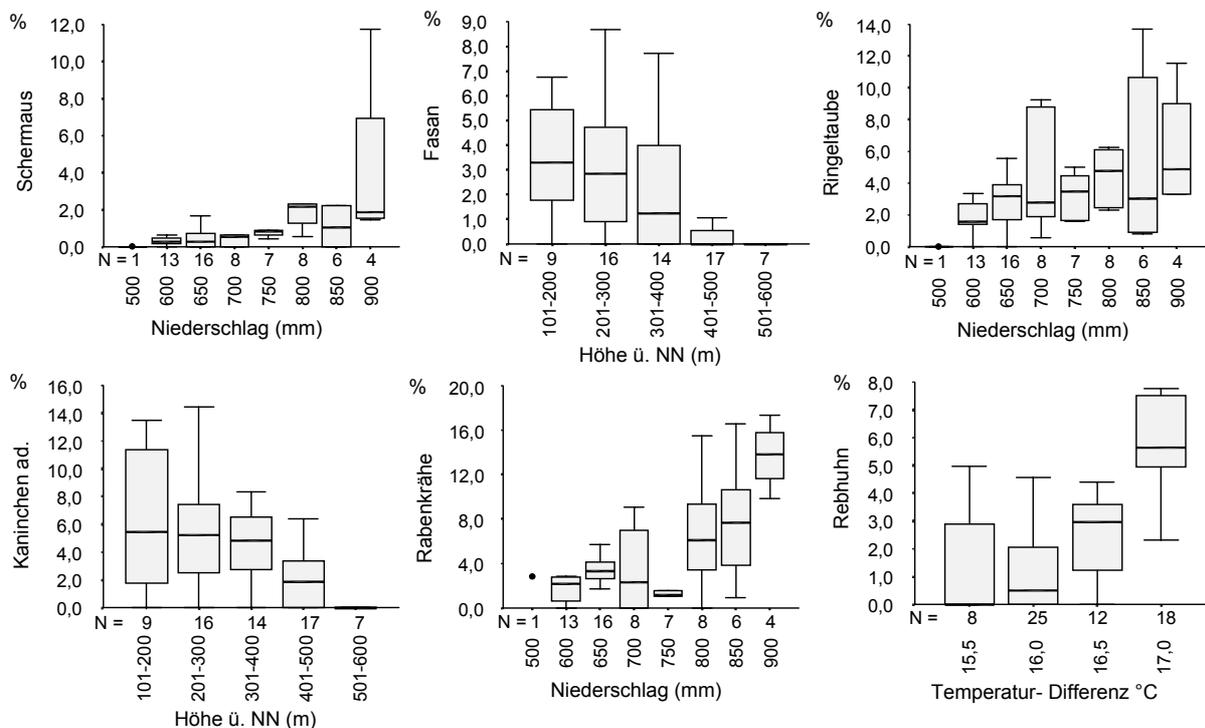


Abb. 3. Boxplots der Biomasseanteile verschiedener Beutetierarten des Uhus in Abhängigkeit von den Habitatfaktoren mittlerer Jahresniederschlag (in mm), Höhe über NN und Differenz zwischen mittlerer Sommer- und Wintertemperatur (Kontinentalität) mit signifikanten Einfluss auf den Anteil der entsprechenden Art (vgl. Tabelle 1). Dargestellt sind die Mediane, 25 % und 75 % Quartile und die 10 % und 90 % Perzentile für die Brutpaare mit mindestens 45 nachgewiesenen Beutetieren der Jahre 1988 bis 1990. – Boxplots (including 25 %/75 % quartile and 10 %/90 % percentile) of the biomass of different prey species depending on the following habitat factors: average precipitation (mm), elevation above sea level of the nest site (m) and difference between the average summer and winter temperature (°C = continentality). Only significant results are shown (see Tab. 1). Only prey lists with a minimum of 45 prey items were taken into consideration.

Die sehr auffällige Zunahme der Wanderratte hängt vermutlich mit der zunehmenden Eutrophierung und Suburbanisierung der Landschaft in Mitteleuropa zusammen (Dalbeck 1996). Das Wildkaninchen hat innerhalb der Eifel als Uhubeute vermutlich an Bedeutung verloren. So stellte Bosselmann (1983) in der Südeifel einen Individuenanteil der Leporiden von 26 %, Dalbeck (1994) zwischen 1983 und 1986 von 23 % in der Nordeifel fest. Gegenüber der hier vorgestellten Studie (1988 bis 1990 ca. 15 % Leporiden) hat sich damit der Anteil der Hasenartigen

deutlich reduziert. Dies ist mit der erheblichen Abnahme des Kaninchens in großen Teilen West- und Mitteleuropas durch Epidemien – neben der Myxomatose in neuerer Zeit besonders die „China-Seuche“ – erklärbar (RHD: Rabbit Haemorrhagic Disease, Chasey & Trout 1995, Mangold *et al.* 1999, Marchandreu *et al.* 1998, Martinez & Zuberogitia 2001), die ganz Deutschland, so auch die Eifel erfasst hat. Somit lassen sich die zeitlichen Änderungen in der Nahrungszusammensetzung gut mit sich

ändernden Abundanzen der Beutetiere erklären.

Nahrungszusammensetzung, Habitatstruktur und Klima. Die opportunistische Ernährungsweise des Uhus zeigt sich auch im deutlichen Einfluss des Klimas auf die Nahrungszusammensetzung. Schermaus, Rabenkrähe und Ringeltaube sind dabei typisch für die Nahrung der Uhus niederschlagsreicher Regionen im stärker atlantisch getönten Klimaraum der Hochlagen der Eifel (Tab. 1, Abb. 3), also den Regionen mit hohem Grünland- und Waldanteil. Dabei erweist sich die Schermaus über die Eifel hinaus als charakteristisches Beutetier kühlerer Klimate, hat sie doch in Nordeuropa und in den höheren Lagen mittel- und westeuropäischer Gebirge eine größere Bedeutung für den Uhu (je 25 % des Individuenanteils: Schweden Höglund 1966, französisches Zentralmassiv Bayle schriftl. und Karpaten Schaefer 1971 > 30 %: Finnland, Sulkava 1966). Demgegenüber sind Feldhase, Wildkaninchen und Feldhühner charakteristische Beutetiere der Uhus der kontinentalen, im Lee der Ardennen gelegenen, intensiv ackerbaulich genutzten Tal- und Beckenlagen der Eifel (Tab. 1, Abb. 3). Einige der wichtigen Beutetiere – Igel, Wanderratte und Feldmaus – korrelieren nicht mit den Klimafaktoren oder den gemessenen Habitatparametern. Entsprechend der Habitatpräferenzen der genannten Beutetierarten kann man davon ausgehen, dass die Anteile der jeweiligen Beutetiere zu einem großen Teil deren Abundanz und Erreichbarkeit für den Uhu widerspiegeln.

Nahrungswahl, Habitatparameter und Reproduktion. Der Reproduktionserfolg des Uhus in der Eifel lässt sich gut mit Klimaparametern und – wenngleich weniger deutlich – durch den Waldanteil im Umfeld des Brutplatzes erklären. Milde und niederschlagsarme Tal- und Beckenlagen erweisen sich dabei als günstig (Tab. 3a), wobei unklar bleibt, inwieweit das Klima direkt oder indirekt über geringere Nahrungsverfügbarkeit wirkt. Der Waldanteil ist im direkten Vergleich zwar nicht als signifikant mit der Anzahl Jungtiere korreliert (Tab. 2), erweist sich aber als Einfluss nehmender Faktor, wenn das Vorzeichenkriterium angewandt wird (Tab. 4). Dieser Zusammenhang ist aus anderen Regionen

Europas bekannt (Höglund 1966, Leditznig 1996, Leditznig *et al.* 2001), ist auch für die Eifel inzwischen belegt (Dalbeck & Heg 2006), und wird mit der ungünstigen Nahrungsverfügbarkeit in geschlossenen Wäldern erklärt.

Die Kondition der Jungtiere ist demgegenüber mit keinem der erfassten Klima- oder Habitatfaktoren korreliert, ebensowenig mit der Nahrungszusammensetzung. Damit sind die relativ großen Unterschiede in der Kondition der Jungen nicht durch die Nahrungszusammensetzung erklärbar, sofern die angewandte Methode der Konditionsabschätzung dafür geeignet ist. Möglicherweise unterliegt die Masse der Jungtiere starken Schwankungen (z. B. in Abhängigkeit davon, ob die Tiere kurz vor der Beringung gefressen haben oder nicht), die eventuell existierende Zusammenhänge verschleiern.

Zwei der Beutetierarten – Wildkaninchen, Feldmaus – sind auf dem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ und unabhängig von den gemessenen Habitatparametern mit der Anzahl der Jungen korreliert. Sie verlieren erst nach der Post-Hoc Korrektur die Signifikanz. Daher bleiben Zweifel, ob die Nahrungszusammensetzung nicht doch – über den Einfluss des Klimas hinaus – zusätzlich mit dem Reproduktionserfolg zusammenhängt. Die Größenordnung in der das Signifikanzniveau über die Dunn-Šidák-Korrektur angepasst wird, hängt wesentlich von der getesteten Hypothese ab und ist damit in gewissem Umfang willkürlich. Würde man mit den vorliegenden Daten aus der Eifel ausschließlich die Hypothese testen, ob die Reproduktion des Uhus mit dem Kaninchenanteil in der Nahrung zusammenhängt, hätte das Ergebnis die Hypothese (nämlich: hohe Anteile des Wildkaninchens = große Jungenzahl beim Uhu) bestätigt.

Da sich Hasenartige in verschiedenen Regionen Europas als wichtige Beutetiere des Uhus erwiesen haben, wäre diese Hypothese durchaus sinnvoll. So ist aus Spanien bekannt, dass der Reproduktionserfolg des Uhus stark von der Abundanz des dort die Nahrung des Uhus stark dominierenden Wildkaninchens abhängt (Donázar & Ceballos 1989, Martínez & Zuberogoitia 2001). Donázar & Ceballos (1989) führen die große Bedeutung des Kaninchens auf dessen Größe und Lebensweise zurück: Kaninchen leben – im Gegensatz beispielsweise

se zum Feldhasen – oft in Kolonien und sind an ihren Bauen für den Uhu leicht zu erbeuten. Aber auch Hasen scheinen durchaus günstige Eigenschaften für den Uhu zu haben.

In der Eifel spielen verschiedene Arten eine Rolle in der Ernährung des Uhus, so dass es sinnvoll ist, diese Arten in die Analyse zu integrieren. Vor dem Hintergrund, dass die Einschätzung, ob die Reproduktion des Uhus durch die Nahrung limitiert ist oder nicht einen Einfluss auf zukünftige Schutzstrategien bzw. die Gestaltung von Schutzgebieten haben kann, soll hier die konservative Annahme diskutiert werden, nämlich, dass ein Einfluss von Kaninchen und Kleinnagern auf die Reproduktion nicht auszuschließen ist. So fand Olsson (1997) einen Zusammenhang zwischen der winterlichen Abundanz der Hasen (Schnee- und Feldhase) und dem Reproduktionserfolg des Uhus in der darauffolgenden Saison, obwohl das Beutespektrum generell sehr breit gefächert ist. In Deutschland ist Siedlungsdichte des Wildkaninchens besonders im Westen hoch und nimmt nach Osten ab (Tab. 5). Insofern dürfte

das Kaninchen in der Eifel für den Uhu eine wesentliche Bedeutung haben und daher passt der mögliche positive Zusammenhang zwischen dem Biomasseanteil des Wildkaninchens in der Beute und der Anzahl Junguhus in der Eifel in das bekannte Bild. Allerdings ist die Abhängigkeit des Uhus vom Kaninchen in der Eifel offensichtlich weitaus geringer als in Spanien (Martinez & Zuberogoitia 2001). Dies zeigt der Vergleich der Jagdstatistik des Wildkaninchens mit der Gesamtproduktion des Uhus in der Eifel. Zwar sind Jagdstatistiken mit zahlreichen Unwägbarkeiten belastet; angesichts der extremen Bestandsveränderungen beim Kaninchen jedoch sicherlich vom Trend her richtig. Demnach ist kein Zusammenhang erkennbar. Es ist sogar eher so, dass der Uhu in den Phasen mit abnehmenden Kaninchenbeständen zunahm und in Phasen der Erholung der Kaninchenbestände eher stagnierte (Abb. 4). In der Eifel ist im Vergleich zu Spanien das Beutespektrum deutlich breiter und sehr unterschiedliche Arten spielen in der Ernährung eine Rolle, die mit der des Kaninchens zumindest vergleichbar ist.

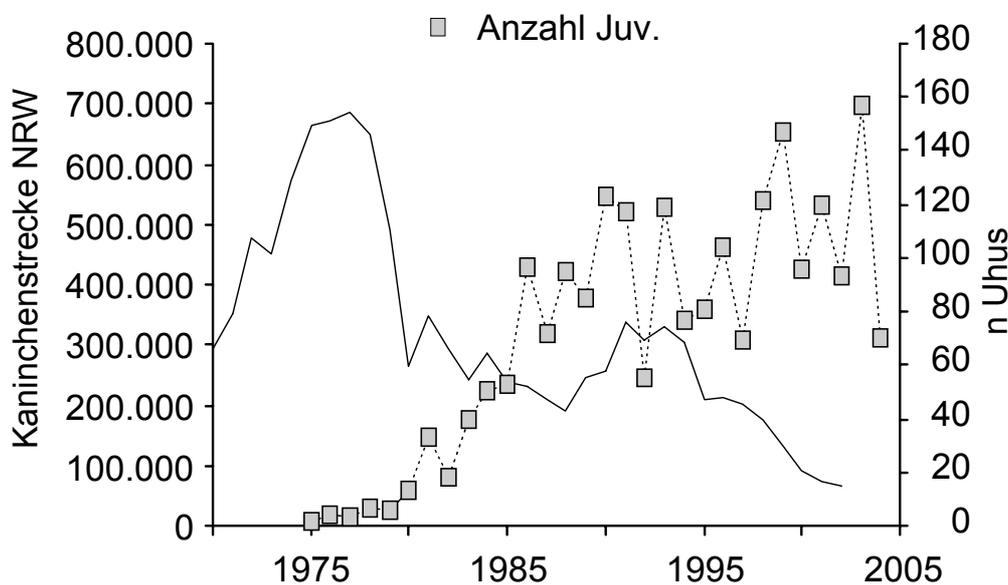


Abb. 4. Bestandsentwicklung des Uhus in der Eifel seit der ersten Brut nach der Wiederansiedlung im Jahr 1975 (Quadrate) und Jagdstrecke des Wildkaninchens in NRW (durchgezogene Linie). – *Development of the Eagle Owl population in the Eifel area since the first breeding attempt after re-introduction in 1975 (squares) and hunting bag of the Rabbit in Northrhine Westfalia (line).*

Generell gelten hohe Anteile kleiner Beutetiere (insbesondere Kleinnager der Gattung *Apodemus* und *Microtus*) als Zeichen eines un-

günstigen Angebots „geeigneterer“ Beutetierarten (Donázar 1987, Görner & Knobloch 1978, Knobloch 1979, Serrano Larraz 1998). Die Er

gebnisse aus der Eifel bestätigen diese Einschätzung nicht. Die Feldmaus ist die dominierende Säugetierart in mitteleuropäischen Agrarlandschaften. Sie ist großflächig verbreitet und erreicht z. T. extreme Siedlungsdichten (Bryja & Rehak 1998, Giraudoux *et al.* 1994). Im Gegensatz dazu sind andere wichtige Beutetiere des Uhus in Mitteleuropa wesentlich ungleichmäßiger in der Landschaft verteilt (z. B. Kaninchen, Wanderratten) bzw. erreichen im Vergleich zur Feldmaus nur geringe Siedlungsdichten (z. B. Igel als Insektivor).

Die Ernährungsstrategie des Uhus während der Brutzeit dürfte daher im Sinne der „Optimal Foraging“ Hypothese ein Kompromiss sein zwischen Dauer der Suchzeiten, Dauer der Transferflüge zum Nest und der Masse der Beutetiere. Große Beutetiere benötigen lange Suchzeiten und sind möglicherweise schwieriger zu erbeuten, die Transferflüge von Jagdgebiet zum Nest werden aber lohnend. Kleine Beute wie die Feldmaus können bei entsprechender Siedlungsdichte einfach, in rascher Folge ohne großes Risiko erbeutet werden, die Transferflüge sind aber aufgrund der geringen Masse der Beute weniger lohnend. Ein wichtiger Vorteil der Feldmaus kann daher sein, dass die Jungen in kurzen Abständen mit Nahrung versorgt werden können, wohingegen bei ausschließlicher Jagd nach großen Arten die Jungen u. U. längere Zeit ohne Nahrungsversorgung bleiben. Möglicherweise ist dies ein wichtiger Vorteil der Kleinnager – trotz der vergleichsweise geringen Massenanteile, die sie an der Uhunahrung haben. Die Beobachtung, dass der Uhu als „Central Place Forager“ während der Brutphase und Jungenaufzucht größere Arten bevorzugt (Baumgart *et al.* 1973, Dalbeck 1994, März 1940, 1957, Wadewitz & Nicolai 1993, Willgohs 1974), spricht nicht dagegen, dass auch kleine Beutetiere bei entsprechenden Abundanzen für den Reproduktionserfolg von Bedeutung sein können.

In der Summe kann über den Zusammenhang zwischen Nahrungswahl, Klima und Reproduktion gesagt werden, dass die Nahrungswahl im UG während der Brut- und Jungenaufzucht keinen messbaren Einfluss auf die Kondition der Jungtiere und einen allenfalls geringen Einfluss auf den Reproduktionserfolg hat. Dabei sind möglicherweise Wildkaninchen und Feld-

maus günstige Beutetiere für den Uhu. Ob das Nahrungsangebot in der Zeit der Eiproduktion im Spätwinter einen Einfluss auf die Reproduktion hat, wie Olsson (1997) für die unter ungünstigeren klimatischen Bedingungen lebenden südschwedischen Uhus annimmt, kann mit den vorliegenden Daten nicht geklärt werden. Allerdings ist gerade für die in manchen Jahren im Frühjahr massenhaft vorkommenden Feldmäuse ein solcher Zusammenhang durchaus möglich, zumal die Feldmaus in der Eifel im Winter eine bevorzugte Beute des Uhus ist (Dalbeck 1994), da im Winter vor der Brutzeit die Nachteile, die kleine Beutetiere mit sich bringen, nicht zum Tragen kommen.

Offen bleibt auch, inwieweit der Rückgang der Brutgrößen in der Eifel (Dalbeck & Heg 2006) auf den zeitgleichen Rückgang des Wildkaninchens zurückzuführen ist. Ein solcher Zusammenhang erscheint durchaus möglich, lässt aber die Frage offen, warum der Anteil erfolgreicher Bruten im gleichen Zeitraum zunahm (Dalbeck & Heg 2006). Der über einen Zeitraum von weit mehr als zwei Jahrzehnten auf hohem Niveau stabile Fortpflanzungserfolg des Uhus in der Eifel bei gleichzeitig abnehmender Abundanz und Arealeinbußen beim Wildkaninchen (Abb. 4), weist in jedem Fall darauf hin, dass eine starke Abhängigkeit des Uhus vom Kaninchen – wie im südwestmediterranen Raum – aufgrund der noch günstigen Verfügbarkeit alternativer Beutetiere nicht gegeben ist.

Im Hinblick auf Schutzmaßnahmen muss man nach den vorliegenden Ergebnissen aber davon ausgehen, dass bereits moderate Unterschiede in den Abundanzen der Beutetiere den Reproduktionserfolg des Uhus beeinflussen können. Der Einfluss der Habitatstruktur auf die Reproduktion kann darüber hinaus als hinreichend gesichert gelten. Schutzmaßnahmen für den Uhu (Dalbeck & Breuer 2002) müssen also immer auch die Habitatstruktur im weiteren Umfeld der Uhuvorkommen und die Abundanz der Beutetiere berücksichtigen.

Zusammenfassung

Im Rahmen der Wiederansiedlung des Uhus im nordwestdeutschen Mittelgebirgsraum wurde der Nahrungswahl des Uhus *Bubo bubo* (L.)

größere Aufmerksamkeit gewidmet. In dieser Studie wird der Zusammenhang zwischen Nahrungszusammensetzung von 37 Brutpaaren aus der Eifel in den Jahren 1988 bis 1990 und dem Reproduktionserfolg bzw. der Kondition der Jungen als Fitness-Maß untersucht. Es zeigt sich, klimatische Faktoren einen deutlichen Einfluss – sowohl auf die Nahrungszusammensetzung, als auch auf den Reproduktionserfolg haben. Demgegenüber ist kein Zusammenhang zwischen Nahrungswahl und der Kondition der Jungen nachweisbar und nur ein schwacher zwischen der Nahrungswahl und dem Reproduktionserfolg. Lediglich Wildkaninchen und Kleinnager (Feldmaus, Waldmaus) korrelieren schwach positiv mit der Anzahl Jungtiere.

Aufgrund des breit gestreuten Nahrungsspektrums erweist sich der Uhu in der Eifel als wenig anfällig gegen Abundanzschwankungen einzelner Beutetiere, was auch für das Kaninchen gilt, das vor allem in Südwesteuropa als wichtigste Beutetier des Uhus ist.

Während in Spanien der Fortpflanzungserfolg des Uhus aufgrund der durch Myxomatose und RHD zusammen gebrochenen Kaninchenbestände stark zurück ging, wuchs in der Eifel der Uhubestand bei stabiler Reproduktionsrate an, obwohl die Kaninchenbestände ebenfalls zusammenbrachen.

Für den Schutz des Uhus ist dennoch auch in Mitteleuropa davon auszugehen, dass die Nahrungsverfügbarkeit eine entscheidende Rolle spielt. Die Erhaltung geeigneter Landschaften mit entsprechender Nahrungsverfügbarkeit ist daher für den Schutz des Uhus von großer Bedeutung.

Dank

Ich danke den Mitarbeitern der Gesellschaft zur Erhaltung der Eulen e.V., insbesondere Herrn Wilhelm Bergerhausen für die Mithilfe bei der Materialsammlung und Diskussionen zum Thema Uhu, Herrn David Tharkhnishvili danke ich für Unterstützung bei der Datenauswertung, Herrn Roger Thorpe dafür dass er mir das von ihm geschriebene Programm für partielle Manteltests zur Verfügung stellte.

Literatur

- Aebischer & Kavanagh (1997): *Perdix perdix* – Grey Partridge. EBCC-Atlas of European Breeding Birds.– P & AD Poyser, London: 212-213.
- Baumgart, W., Simeonov, S.D., Zimmermann, M., Bünsche, H., Baumgart, P. & G. Kühnast (1973): Der Uhu (*Bubo bubo*) in Bulgarien I. Der Uhu im Iskerdurchbruch.– Zoologische Abhandlungen **32**: 203-247.
- Becker, K. (1978): Wanderratte.– In: Niethammer, J. & F. Krapp (Hrsg.). Handbuch der Säugetiere Europas Band 1, AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Bergerhausen, W. Radler, K. & H. Willems (1989): Reproduktion des Uhus (*Bubo bubo* L.) in verschiedenen europäischen Teilpopulationen sowie einer „Population“ in Gehegen.– Charadrius **25**: 85-93.
- Bezzel, E. Obst, J. & K.-H. Wickl (1976): Zur Ernährung und Nahrungswahl des Uhus (*Bubo bubo*).– Journal für Ornithologie **117**: 210-238.
- Bosselmann, J. (1983): Vierjährige Beobachtung des Uhus (*Bubo bubo*) in der Osteifel.– Charadrius **19**: 13-20.
- Bryja, J. & Z. Rehak (1998): Community of small terrestrial mammals (Insectivora, Rodentia) in dominant habitats of the Protected Landscape Area of poodri (Czech Republic).– Folia Zoologica **47**: 249-260.
- Chasey, D. & R.C. Trout (1995): Rabbit haemorrhagic disease in Britain.– Mammalia **59**: 599-603.
- Cramp, S. (Hrsg.) (1985): Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic.– Bd. IV: 466-481.
- Dalbeck, L. (1994): Zur jahreszeitlichen Ernährung des Uhus (*Bubo bubo*).– Eulenburgblick **40/41**: 7-14.
- Dalbeck, L. (1996): Die Bedeutung von Hausratte (*Rattus rattus*) und Wanderratte (*Rattus norvegicus*) für die Ernährung des Uhus (*Bubo bubo*) in Eifel und Saarland.– Säugetierkundliche Informationen **20**: 155-162.
- Dalbeck, L. (2001): Uhus in Mitteleuropa – wechselvolles Schicksal der größten Eule.– Der Falke **48**: 196-202.

- Dalbeck, L. (2002): Phoenix aus der Asche – Das Schicksal des Uhus in Deutschland.– Schriftenreihe des Alexander Koenig- Gesellschaft **4**: 20-35.
- Dalbeck, L. & W. Breuer (2002): Schutzgebiete nach der Europäischen Vogelschutzrichtlinie für den Uhu *Bubo bubo* in der Eifel.– Natur und Landschaft **77**: 500-507.
- Dalbeck, L. & D. Heg (2006): Reproductive success of a reintroduced population of Eagle Owls *Bubo bubo* in relation to habitat characteristics in the Eifel, Germany.– *Ardea* **94**: 3-21.
- Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (1957) Klima-Atlas von Rheinland-Pfalz. Bad Kissingen.
- Donázar, J.A. (1987): Geographic Variations in the Diet of Eagle Owls in Western Mediterranean Europe.– In: Biology and Conservation of Northern Forest Owls: Symposium Proceedings, USDA Forest Service General Technical Report **RM 142**: 220-223.
- Donázar, J.A. & O. Ceballos (1989): Selective predation by Eagle Owls *Bubo bubo* on rabbits *Oryctolagus cuniculus*: Age and sex preferences.– *Ornis Scandinavica* **20**: 117-122.
- Eylert, J. (2004): Bleibt das Wildkaninchen auf der Strecke?– LÖBF-Mitteilungen 1/2004: 22-25.
- Frey, H. (1973): Zur Ökologie Niederösterreichischer Uhu populationen.– *Egretta* **16**: 1-68.
- Giraudoux, P., Delattre, P., Quéré, L.-P. & J.-P. Damange (1994): Structure and kinetics of rodent populations in a region under agricultural land abandonment.– *Acta Oecologica* **15**: 385-400.
- Glutz v. Blotzheim, U. N. & K. M. Bauer (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas.– Band **9**. Akad. Verlagsges., Wiesbaden: 1148 S.
- Görner, M. (1998): Zur Populationsdynamik des Uhus (*Bubo bubo*) in Thüringen I. Bestandsentwicklung und Schutzmaßnahmen.– *Acta ornithoecologica* **4**: 3-27.
- Görner, M. & H. Knobloch (1978): Zur Ernährungssituation des Uhus (*Bubo b. bubo* L.) in Thüringen.– *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* **18**: 161-176.
- Herrlinger, E. (1973): Die Wiedereinbürgerung des Uhus *Bubo bubo* in der Bundesrepublik Deutschland.– *Bonner Zoologische Monographien* **4**: 1-151.
- Hieraldo, F., Andrada, J. & F.F. Parreño (1975): Diet of the Eagle Owl (*Bubo bubo*) in Mediterranean Spain.– *Doñana Acta Vertebrata* **2**: 161-177.
- Höglund, N.H. (1966): Die Ernährung des Uhus *Bubo bubo* Lin. in Schweden während der Brutzeit.– *Viltrevy* **4**: 43-75.
- König, H. & J. Haensel (1968): Ein Beitrag zum Vorkommen und zur Biologie des Uhus (*Bubo b. bubo*) im Nordharzgebiet.– *Beiträge zur Vogelkunde* **13**: 335-365.
- Knobloch, H. (1979): Zur Nahrungsökologie des Uhus im Bezirk Dresden.– *Naturschutzarbeit und naturkundliche Heimatforschung im Land Sachsen* **21**: 54-62.
- Landesverband Eulenschutz in Schleswig-Holstein: Jahresbericht 1984. Kiel.
- Landesverband Eulenschutz in Schleswig-Holstein: Jahresbericht 1986. Kiel.
- Lanz, U. & U. Mammen (2005): Der Uhu *Bubo bubo* – ein Vogel des Jahres im Aufwind?– *Ornithol. Anz.* **44**: 69-79.
- Leditznig, C. (1996): Habitatwahl des Uhus (*Bubo bubo*) im Südwesten Niederösterreichs und in den donaunahen Gebieten des Mühlviertels auf Basis radiotelemetrischer Untersuchungen.– *Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich* **29**: 47-68.
- Leditznig, C., Leditznig, W. & H. Gossow (2001): 15 Jahre Untersuchungen am Uhu (*Bubo bubo*) im Mostviertel Niederösterreichs – Stand und Entwicklungstendenzen.– *Egretta* **44**: 45-73.
- Mangold, U., Jalili, B., Heidemann, G. & U. Schumacher (1999): Morphological and chemical investigations of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus* L.) – a preliminary report in regard to the causes of their population decline.– *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* **45**: 139-146.
- Manly, B.F.J. (1986): Randomisation and regression methods for testing associations with geographical, environmental and biological distances between populations.– *Research on Population Ecology* **28**: 201-218.
- Marchandreau, S., Chantal, J., Portejoie, Y., Barraud, S. & Y. Chaval (1998): Impact of haemorrhagic disease on a wild population

- of European rabbits in France.– *Journal of Wildlife Diseases* **34**: 429-435.
- Martinez, J. A. & I. Zuberogoitia (2001): The response of Eagle Owl (*Bubo bubo*) to an outbreak of the rabbit haemorrhagic disease.– *Journal für Ornithologie* **142**: 204-211.
- März, R. (1940): Querschnitt durch eine mehrjährige Nahrungskontrolle einiger Uhu-paare.– *Beiträge zur Fortpflanzungsbiologie der Vögel* **16**: 125-135.
- März, R. (1954): Neues Material zur Ernährung des Uhus.– *Die Vogelwelt* **75**: 181-188.
- März, R. (1957): Ernährung eines Harz-Uhus.– *Die Vogelwelt* **78**: 32-34.
- März, R. (1972): Tauben auf der Beuteliste vom Uhu (*Bubo bubo*).– *Beiträge zur Vogelkunde* **12**: 387-390.
- Mayer-Albrecht, A. (1994): Der Uhu in Schleswig-Holstein – Studie zur Bestandsentwicklung vom Aussterben bis zur Wiedereinbürgerung.– Hausarbeit an der Universität Kiel: 57 S. (unpubl.).
- Naef-Daenzer, B. & L.F. Keller (1999): The foraging performance of great and blue tits (*Parus major* and *P. caeruleus*) in relation to caterpillar development, and its consequences for nestling growth and fledgling weight.– *Journal of Animal Ecology* **68**: 708-718.
- Olsson, V. (1997): Breeding success, dispersal, and long-term changes in a population of Eagle Owls *Bubo bubo* in southeastern Sweden 1952-1996.– *Ornis Svecica* **7**: 49-60.
- Saari, L. (1997): *Columba palumbus* – Woodpigeon. EBCC-Atlas of European Breeding Birds.– P & AD Poyser, London: 384-385.
- Schaefer, H. (1971): Beutetiere des Uhus *Bubo bubo* aus den Karpaten und Lappland.– *Bonner Zoologische Beiträge* **22**: 153-160.
- Scherzinger, W. (1980): Verhalten.– In: Glutz v. Blotzheim, U. N. & K. M. Bauer (Hrsg.). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*.– Band **9**. Akad. Verlagsges., Wiesbaden: 336-350.
- Serano Larraz, D. (1998): Diferencias interhabitat en la alimentación del Bubo Rehal (*Bubo bubo*) en el valle mendio del Ebro (ne a España): Efecto de la disponibilidad de Conejo (*Oryctolagus cuniculus*).– *Ardeola* **45**: 35-46.
- Suchy, O. (1990): Der Uhu (*Bubo bubo* L.) im Jeseníky nach 10 Jahren.– *Zpravy MOS* **48**: 7-32.
- Sulkava, S. (1966): Huuhkajan pestimisaikaisesta ravinnosta suomessa.– *Suomen Riista* **18**: 145-156.
- Thorpe, R.S., Malothra, A., Black, J.C., Daltry, J.C. & W. Wuster (1995): Relating geographic pattern to phylogenetic process.– *Transactions royal Society London B* **349**: 61-68.
- Uttendörfer, O. (1939): Die Ernährung der deutschen Tagraubvögel und Eulen.– Neumann & Neudamm, Stuttgart.
- Valkama, J. & P. Saurola (2005): Mortality factors and population trends of the Eagle Owl *Bubo bubo* in Finland.– *Ornithol. Anz.* **44**: 81-90.
- Wadewitz, M. & B. Nicolai (1993): Nahrungswahl des Uhus (*Bubo bubo*) im nordöstlichen Harzvorland.– *Ornithologische Jahresberichte des Museums Heineanum* **11**: 91-106.
- Wagner, A & S. Springer (1970): Zur Ernährung des Uhus *Bubo bubo* im Oberengadin.– *Der Ornithol. Beobachter* **67**: 77-94.
- Warncke, K. (1960): Brut und Ernährung eines Uhupaars in der Eifel 1959.– *Decheniana* **112**: 251-253.
- Willgohs, J.F. (1974): The Eagle Owl *Bubo bubo* (L.) in Norway.– *Sterna* **27**: 129-178.
- Wright, J., Both, C., Cotton, P.A. & D. Bryant (1998): Quality vs. quantity: energetic and nutritional trade-offs in parental provisioning strategies.– *Journal of Animal Ecology* **67**: 620-634.
- Zejda, J. & J. Nesvadbová (1996): Effect of Landuse Change on Reproduction in five Rodent Species.– *Folia Zoologica* **45**: 115-126.