

Über die postembryonale Entwicklung der Körpermasse beim Schwarzspecht *Dryocopus m. martius*

GÜNTHER KUNZMANN*, WILHELM MEYER**, BRIGITTE MEYER** & HANS CHRISTENSEN***
Mit 10 Abbildungen und 3 Tabellen

Zusammenfassung

In zwei mitteleuropäischen Untersuchungsgebieten (Ostthüringen: 320 km², 1983-1990 und dänisch-deutsches Grenzgebiet: 329 km², 1983-2005) wurden insgesamt 816 Nestlinge des Schwarzspechts *Dryocopus m. martius* (LINNAEUS, 1758) zum Teil mehrmals vermessen und gewogen. Das betraf in Ostthüringen 329 Nestlinge, im deutsch-dänischen Grenzgebiet 427 Nestlinge und zusätzlich 267 Altvögel. Mittels eines aus der Lotka-Volterraschen Differentialgleichung abgeleiteten Iterationsverfahrens, auf das näher eingegangen wird, konnten signifikante Unterschiede in der Entwicklung der Körpermasse der Geschlechter ermittelt werden. Die Männchen erreichten in beiden Gebieten am Ende der Nestlingszeit eine knapp 11 % größere Körpermasse als die Weibchen. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Körpermasse und der Gelegegröße war dagegen nicht nachzuweisen. Der Schwarzspecht wandert seit 1960 in Nordschleswig, dem südlichen Teil des deutsch-dänischen Grenzgebietes, seit 1982 im nördlichen Teil, Sønderjylland, ein. Die um etwa einen Tag schnellere Entwicklung der Nestlinge im deutsch-dänischen Grenzgebiet ist statistisch gesichert und könnte mit einer größeren Fitness der Altvögel dieser „Neusiedlerpopulation“ erklärt werden. Die Körpermassen der Jungen vor dem Ausfliegen sind in beiden Gebieten gleich und liegen mit 12-13 % deutlich unter denen der Altvögel. Das beobachtete Durchlaufen eines Maximums der Körpermasse während der Nestlingsphase konnte durch eine Erweiterung des Wachstumsmodells gut beschrieben werden. Die Massenrezession in der letzten Nestlingswoche kann durch den erhöhten Energieverbrauch beim Klettern an das Flugloch bei der Fütterung erklärt werden. Es wird vermutet, daß sich dieser Verlust an Körpermasse nach dem Ausfliegen fortsetzt. Da zwischen dem 30. und 100. Lebenstag der Jungspechte keine entsprechende Angabe vorliegt, konnte diese Vermutung noch nicht geprüft werden.

Summary

Post-embryonic development of body mass in the Black Woodpecker *Dryocopus m. martius*

In two Central European study areas (eastern Thüringen: 320 km², 1983-1990, and the German-Danish border region: 329 km², 1983-2005) a total of 816 Black Woodpecker *Dryocopus m. martius* (LINNAEUS, 1758) nestlings were (often several times) measured and weighed. In Thüringen 329 nestlings, and in the German-Danish border region 427 nestlings and an additional 267 adult birds were studied. By using an iteration procedure based on the Lotka-Volterra differential equations, which is explained here in detail, significant differences between the sexes in the development of body mass were found. In both areas, males reached a body mass at the end of the nestling period that was just under 11% greater than that of females. By contrast, no significant relationship between body mass development and clutch size could be shown. The Black Woodpecker began to colonize Nordschleswig, the southern part of the German-Danish border region, in 1960, and the northern part, Sønderjylland, in 1982. In this study area the nestlings developed about one day faster than those in eastern Thüringen, and this statistically supported difference can be explained by the greater fitness of the adults in this 'colonizing population'. Just before fledging, the body mass of the young in both cases was the same, at 12-13% less than that of the adult birds. The observed attainment of a maximum body mass during the nestling phase was well described by an extension of the growth model. The decrease in mass during the last week of the nestling phase can be accounted for by the increased energy expenditure in climbing up to the cavity entrance during feeding. It is supposed that this loss of body mass continues after fledging, but this could not be tested since there is no corresponding data for the juvenile woodpeckers between the ages of 30 and 100 days.

Keywords: *Dryocopus m. martius*, post-embryonic body mass development, Thüringen, Schleswig-Holstein, Denmark.

* Dr. G. Kunzmann, Ludwig-van-Beethovenstraße 8, D-08248 Klingenthal · g.kunzmannkth@arcor.de

** W. Meyer und B. Meyer, Unterpreilipp Nr. 1, D-07407Rudolstadt · meyer-preilipp@t-online.de

*** H. Christensen, Tved 107c, DK-6270 Tønder · sspshanc@dlgmail.dk

Einleitung

Die Entwicklung der Körpermasse von Schwarzspechten während der Jungenentwicklung wurde bisher nur wenig untersucht. In der Literatur finden sich lediglich Angaben von HEINROTH & HEINROTH (1928), die auch BLUME (1981) zitiert und offenbar um eigene Messungen ergänzt hat. PYNNÖNEN (1939) fand, daß 13 Tage alte Jungvögel bei 100 g Nahrungsaufnahme in 24 Stunden 43 g an Masse zunahmen. Bei seinen handaufgezogenen Jungspechten ermittelten die HEINROTHS ein Schlupfgewicht von 9 g. Mit 19 Tagen wog der Vogel 280 g, um mit 250 g am 27. Tag auszufliegen.

Der von PYNNÖNEN l. c. ermittelte tägliche Massezuwachs zeigt deutlich die Probleme der Datenerhebung bei Freilanduntersuchungen. Ob ein Jungvogel vor dem Wiegen gerade gefüttert wurde oder nicht, führt zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen, die nur durch eine große Zahl von Messungen ausgeglichen werden können.

In einer Langzeituntersuchung zur Jungenentwicklung beim Schwarzspecht (MEYER & MEYER 2004) zeigte sich bei der Entwicklung der Körpermasse nicht nur ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern, sondern auch ein Anstieg der Körpermasse bis etwa zum 23. Lebenstag, um danach bis zum Ausfliegen wieder abzusinken. Dieser Effekt ist nicht sehr groß, wurde aber schon von HEINROTH & HEINROTH (1928) und BLUME 1981 vermutet und ist z. B. beim Kleiber *Sitta europaea* sehr deutlich ausgeprägt (LÖHRL 1993). Die von MEYER & MEYER (2004) gewonnenen Nestlingsdaten konnten durch Messergebnisse von H. CHRISTENSEN ergänzt und um an adulten Schwarzspechten gewonnenen Daten erweitert werden.

Material und Methode

Die Untersuchungsgebiete liegen in Ostthüringen (mit 320 km² Waldfläche) und im deutsch-dänischen Grenzgebiet. Letzteres umfaßt Teile von Nord-schleswig auf der deutschen Seite und des dänischen Sønderjylland mit insgesamt 4 700 km², davon ca. 7 % Wald, also mit 329 km² eine Waldfläche in vergleichbarer Größe zum thüringischen Gebiet. Nähere Beschreibungen der Gebiete finden sich bei MEYER & MEYER (2001) und CHRISTENSEN (2002).

Von 1982–1990 wurden in Ostthüringen 121 Bruten mit 359 Nestlingen näher untersucht, davon 22 Bruten mit 66 Nestlingen bis zu viermal vermessen. Von 1982–2005 wurden im deutsch-dänischen Grenzgebiet 427 Nestlinge und 267 adulte Schwarzspechte, auch zum Teil mehrmals, vermessen. Die Körpermasse

der Tiere wurde in allen Fällen mittels kalibrierter Federwaage bestimmt und das Alter der Nestlinge anhand signifikanter Merkmale geschätzt, das der älteren Tiere aus der Beringung ermittelt. Dieser große Messwertumfang ist nach Geschlecht und Brutgröße differenzierbar ohne die statistische Aussagefähigkeit zu beeinträchtigen. Er läßt auch einen Vergleich zwischen den sehr weit entfernten Brutgebieten zu.

Wachstumsfunktion

Bekanntlich zeigt das Wachstum der meisten Vögel einen S-förmigen Verlauf, der durch eine logistische Kurve gut angenähert werden kann, die der von BEZZEL & PRINZINGER (1990) beschriebenen Gleichung folgt:

$$(1) \quad W(t) = Wa / (1 + e^{-k(t-t_0)})$$

wobei Wa die asymptotische Endmasse, t_0 die Zeit des Erreichens der halben Endmasse und k die so genannte Wachstumskonstante ist. Sie ergibt sich aus der Steigung bei t_0 zu

$$k = (1/Wa)dW/dt.$$

Diese Funktion (1) ist eine Lösung der Lotka-Volterra'schen Differentialgleichung

$$(2) \quad dW(t)/dt = (k/Wa) \cdot W(t) \cdot (Wa - W(t)),$$

die u. a. ein Resultat der von ROSS (1911) mit Studien zur Koexistenz Malariaerreger-Malariamücke-Mensch angeregten und von LOTKA (1912) und VOLTERRA (1926) erarbeiteten Theorie des Wachstums sich gegenseitig beeinflussender Populationen in einem abgeschlossenen Gebiet darstellt. PUTZER et al. (2004) wandten sie in diesem ursprünglichen Sinn erfolgreich auf die Entwicklung von Kormoranpopulationen an einem Kiesgrubensee an.

Mit der Ausgangsmasse W_0 zum Zeitpunkt $t = 0$ kann man die Gleichung (1) in die etwas bequemere Form bringen:

$$(3) \quad W(t) = Wa / (1 + (Wa/W_0 - 1)e^{-kt})$$

Die Massenzunahme von Jungvögeln im Vergleich zur späteren Adultmasse kann man in drei Klassen einteilen: Die erste Klasse umfaßt Nestlinge, die beim Verlassen des Nestes im wesentlichen die Körpermasse der Erwachsenen erreicht haben. Die zweite Klasse erreicht dieses erst nach Verlassen des Nestes. Die dritte Klasse (vor allem Hochseevögel, Schwalben und Segler) erreichen eine höhere Masse und nehmen nach Überschreiten des Maximums, zum Teil noch im Nest, aber besonders nach dem Verlassen des Nestes auf eine Endmasse ab.

Während die beiden ersten Klassen gut durch die obige Lösung der Lotka-Volterra'schen Differentialgleichung angenähert werden können, versagt

diese bei der Beschreibung der dritten Klasse zumindest für die Annäherung an das Maximum und den nachfolgenden Verlust an Körpermasse. Trotzdem wird sie generell angewandt und die wesentliche Nestlings-Wachstumsphase mit ihrer Hilfe auch sehr gut beschrieben. Ein Parametervergleich mit Ergebnissen, die für verschiedene Vogelarten in der Literatur genannt werden, ist daher nur nach Annäherung an diese logistische Kurve möglich. Allerdings befriedigt es nicht ganz, eine Entwicklungsklasse nicht darstellen zu können. Man ist geneigt, empirisch eine Erweiterung zu versuchen, die geeignet erscheint, diesen Mangel auszugleichen. Die folgende Gleichung könnte das erreichen:

$$(4) \quad W(t) = Wa \frac{1 + a \cdot e^{-b(t-tm)(t-tm)}}{1 + e^{-k(t-to)}}$$

Der Term mit der Glockenkurve im Nenner sorgt an der Stelle tm für eine Überhöhung der Kurve und den nachfolgenden Abfall auf Wa und ist für die Anfangszeit so unbedeutend, daß für diese die Annäherung an die Gleichung (3) meist ausreicht.

Näherungsverfahren

Ein so einfaches Verfahren, wie die Annäherung von Messwerten an eine Exponentialfunktion, ist weder für Formel (3) noch für Formel (4) anwendbar. Obgleich im vorliegenden Falle die Formel (4) eher ergänzend erforderlich sein wird, ist es doch zweckmäßig, nach einem Verfahren Ausschau zu halten, das für beide Formeln anwendbar ist, das also eine Annäherung durch die Optimierung mehrerer Parameter ermöglicht.

Der bequemeren Rechnung wegen verwenden wir die Zielfunktion (1) in der Form

$$W(t) = Wa / (1 + (Wa/Wo - 1)e^{-kt})$$

so daß

$$to = (1/k) \ln(Wa/Wo - 1) \text{ und } W(to) = Wa/2$$

wird und die optimal zu bestimmenden Parameter Wa , Wo und k sind.

BEZZEL & PRINZINGER (1990) verwenden auch eine Größe Gr der Dimension g/d mit der Bezeichnung Wachstumsrate, die sich aus dem »linearen Teil« der Wachstumskurve, also aus der Steigung im Wendepunkt ergibt. Der Wendepunkt liegt bei $t = to$. Die Steigung an dieser Stelle ist

$$Gr = \{dW/dt\}_{t=to} = kWa/4$$

Mit den Parametern k , to und Wa ist die Gleichung (1) vollständig bestimmt, wobei anstelle von to auch Wo verwendet werden kann.

Die Formel (4) werden wir in der Gestalt

$$W(t) = Wa \frac{1 + a \cdot e^{-b(t-tm)(t-tm)}}{1 + (Wa/Wo-1)e^{-kt}}$$

verwenden und haben nun 6 Parameter zu optimieren, nämlich zu den obigen drei zusätzlich noch a , b und tm . Da für die deutlich unterhalb des Kurvenmaximums liegenden Zeitpunkte allein Gleichung (1) zutrifft, können die Parameter Wa , Wo und k mit einer drei-parametrischen Annäherung gefunden werden, die durch die nachfolgende mehrparametrische Annäherung sich nur geringfügig ändern. Bei dieser kann man die Anfangsmasse Wo als bekannt annehmen, denn die vorliegenden Messungen liefern zu wenig Werte unmittelbar nach dem Schlüpfen, so daß die Bestimmung von Wo zu ungenau wäre. Versucht man Wo aus der statistischen Auswertung der Messwertwolke zu gewinnen, so erhält man Schlüpfgewichte um 20 g und darüber, die jeder Erfahrung widersprechen. Es ist leicht möglich, daß die Altersbestimmung im sehr frühen Alter (unter 8 d) häufiger ein zu geringes als ein zu hohes Alter liefert, wodurch ein zu hohes Schlüpfgewicht suggeriert wird. Es erscheint daher sinnvoll, mit dem von HEINROTH & HEINROTH (1928) ermittelten Schlüpfgewicht von 9 g als feste Größe zu rechnen, so daß die Zahl der zu bestimmenden Parameter um 1 sinkt.

Zur Annäherung einer Funktion $Wber$ an die Messwerte $Wgem$ sind die Parameter zunächst geschickt zu schätzen, um in die Nähe der optimalen zu kommen, was aber müheelos gelingt. Dann ist für jede Parametergruppe $P_i = P_1, P_2, P_3, P_N$ die Fehlerfunktion zu bestimmen:

$$(5) \quad F(P_i) = \frac{\sqrt{\sum (Wgem - Wber)^2}}{\sum Wgem}$$

Für jeden Parameter wird nun ein Variationsbereich von $P_i(1-0,1)$ bis $P_i(1+0,1)$ in 20 Punkte vom Abstand 0,01 P_i unterteilt und für jeden Punkt die Fehlerfunktion und deren Minimum bestimmt. Liegt das Minimum auf dem Rand des Variationsbereiches, so wird dieser Randwert zum neuen Parameter, und das wird so lange wiederholt, bis das Minimum der Fehlerfunktion innerhalb des Variationsbereiches liegt. Dieser verbesserte Wert geht in die Parameterliste ein. So wird der Reihe nach mit allen Parametern verfahren und dieser Prozess solange wiederholt, bis die Fehlerfunktion keine Verringerung mehr erfährt. Dieser Fall tritt unbedingt ein, da alle Parameter nur diskrete Werte im Variationsbereich annehmen können und bei ausreichender Annäherung an die tatsächlichen, zwischen diesen diskreten Werten liegenden Parametergrößen keine Verbesserung der Fehlerfunktion mehr möglich ist.

Um diese in Schritten von je 0,01 Pi nicht mehr verbesserbaren Parameter wird nun ein Variationsbereich von Pi (1-0,01) bis Pi (1+0,01) abgegrenzt, wiederum durch 20 Punkte im gleichen Abstand unterteilt und mit dieser um eine Zehnerpotenz feineren Teilung genauso verfahren wie oben beschrieben. Durch schrittweise Erhöhung der Feinheit jeweils um den Faktor 10 kann die Genauigkeit beliebig erhöht werden.

Diese Prozedur programmiert man mit einem Tabellenkalkulationssystem und findet auf diese Weise exakt das Minimum der Fehlerfunktion und die dazu gehörenden Parameter.

Will man Merkmale zweier Korrelationen vergleichen und fragt nach der Signifikanz eventueller Unterschiede, so gilt die etwas willkürliche Regel: Zwei Merkmale unterscheiden sich signifikant, wenn der Betrag ihres relativen Unterschiedes größer als die Summe der relativen Fehler (Fehlerfunktionen) beider Korrelationen ist:

$$(8) \quad \text{Betrag}(P_1 - P_2) / (P_1 + P_2) = \Delta P / P > (F_1 + F_2)$$

Nach diesen Gesichtspunkten wurden die oben genannten Messergebnisse ausgewertet.

Ergebnisse

1. Wachstumsparameter

Zur Ermittlung der üblichen Wachstumsparameter für die betrachtete Vogelart wird es sinnvoll sein, alle Messwerte durch eine einzige Kurve (1) anzunähern, obgleich eine differenzierte Betrachtung nach besonderen Gesichtspunkten ebenfalls sinnvoll erscheint. Die Massenzunahme in der Nestlingsphase ist durch die Gleichung (1) gut beschreibbar. Der sehr große Messwertumfang sorgt für einen kleinen relativen Fehler der Korrelation. Das Ergebnis zeigen die Abbildungen 1 und 2. Die Wachstumsparameter für beide Gebiete zeigt Tabelle 1.

Tab. 1. Wachstumsparameter beim Schwarzspecht *Dryocopus martius* für beide Gebiete (925 Datensätze): W_a = Endmasse, k = Wachstumskonstante, t_0 = Tag an dem die halbe Endmasse erreicht wird, Gr = Wachstumsrate, $rel. F.$ = relativer Fehler der Korrelation.

	Ostthüringen	deutsch-dänisches Grenzgebiet
W_a	250,9 g	251,6 g
k	0,349 d ⁻¹	0,366 d ⁻¹
t_0	9,4 d	9,0 d
Gr	21,9 g/d	23,0 g/d
$rel. F.$	0,00570	0,00356

Für die Wachstumsrate geben BEZZEL & PRINZINGER (1990) eine Beziehung zur Endmasse an, die durch dieses Ergebnis durchaus bestätigt wird. Es soll $Gr = C \cdot W_a^{0,73}$ mit $C = 0,35$ sein. Mit den gefundenen Werten sollte man eine Wachstumsrate von $Gr = 19,8$ g/d erwarten. In Anbetracht der Tatsache, daß uns eine wirkliche Bestimmung des Schlüpfgewichtes wegen fehlender Messwerte unmöglich war, und unter Berücksichtigung des doppelt-logarithmischen Zusammenhanges der Gesamtdarstellung bei BEZZEL & PRINZINGER (1990) ist das eine recht gute Übereinstimmung.

Die Auswertungsergebnisse für die beiden Untersuchungsgebiete zeigen, daß es keinen Unterschied in der erreichten Körpermasse am Ende der Nestlingsphase gibt, daß aber die Wachstumskonstante der Nestlinge im Raum Thüringen geringer ist, was in der folgenden Unterscheidung nach den Geschlechtern ebenfalls recht deutlich wird.

2. Unterschiede zwischen den Geschlechtern

In die nach den Geschlechtern getrennten Korrelationen wurden zunächst alle Messpunkte einbezogen, für die eine zweifelsfreie Geschlechtsbestimmung möglich war. Für die Zeit kurz nach dem Schlüpfen ist das nicht der Fall, so daß unterhalb $t = 10$ d kaum Messpunkte vorliegen. Dann wurden die Korrelationen unter Einbeziehung aller Messpunkte unterhalb von $t = 10$ d für beide Geschlechter wiederholt. In keinem Fall ergab sich unabhängig vom Geschlecht ein ausreichend zuverlässiger Wert für das Schlüpfgewicht, so daß es berechtigt erscheint, hier generell auf dessen statistische Bestimmung zu verzichten und mit dem Literaturwert $W_0 = 9$ g zu rechnen. Das erleichtert den Näherungsaufwand erheblich. Die Ergebnisse sind auf Abb. 3 und 4 dargestellt.

Die Männchen erreichen im Nest eine höhere Endmasse als die Weibchen, nach MEYER 10,5%, nach CHRISTENSEN 10,9%. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern ist sehr signifikant. Die Geschlechter bestimmen eigene Teilmengen.

Während die im Nest erreichten Endmassen beider Geschlechter sich zwischen den beiden Brutgebieten nicht unterscheiden, sind die Wachstumskonstanten k verschieden. Sie liegen im nördlichen Brutgebiet für Weibchen um 7,5% und für Männchen um 5,3% höher als im südlichen. (vgl. hierzu Tab. 2).

Obleich die Messungen keinen exakten Aufschluß über die Länge der Nestzeit liefern, lassen die Messergebnisse den Schluß zu, daß diese im nördlichen Brutgebiet um einen Tag kürzer ist.

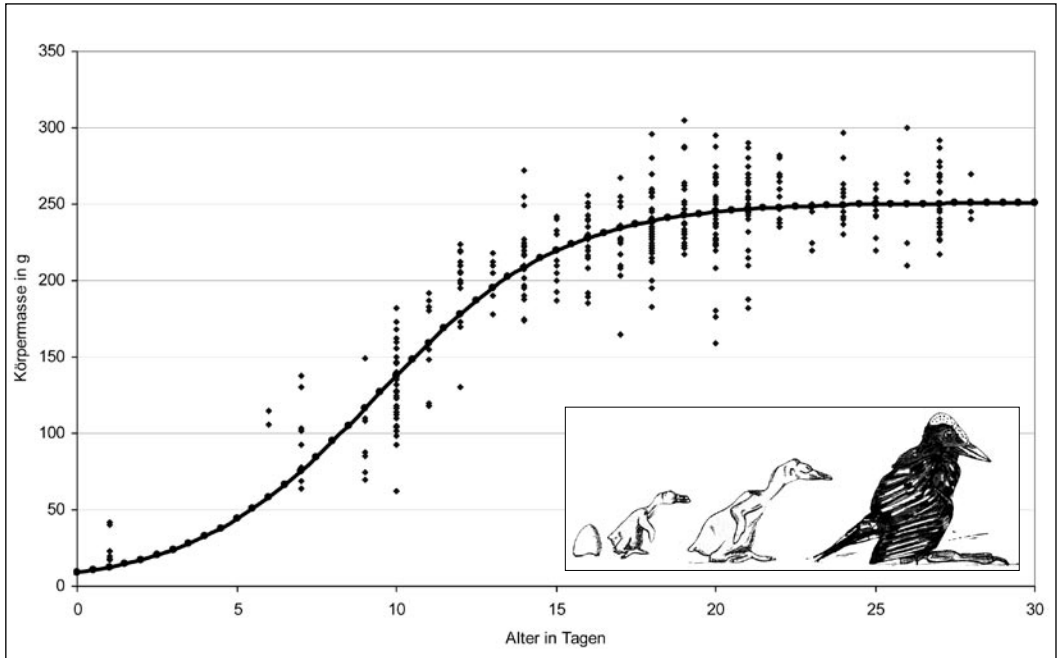


Abb. 1. Entwicklung der Nestlinge des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* in Ostthüringen (458 Datensätze).

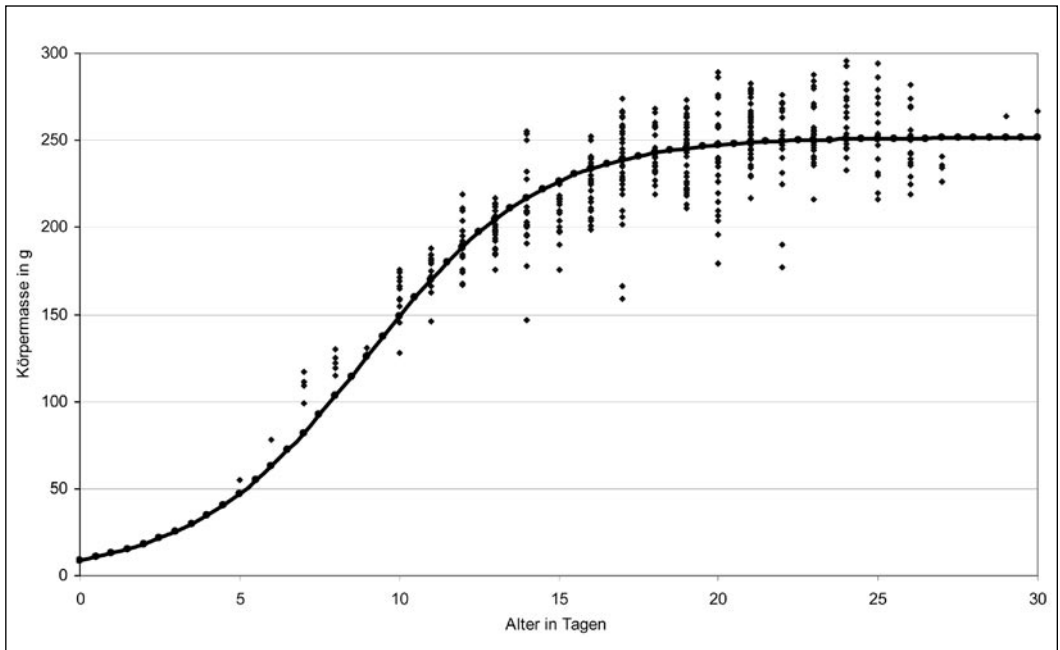


Abb. 2. Entwicklung der Nestlinge des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* im deutsch-dänischen Grenzgebiet (457 Datensätze).

Tab. 2. Nestlingsentwicklung beim Schwarzspecht *Dryocopus martius* beider Gebiete getrennt nach Geschlecht: Wa = Endmasse, k = Wachstumskonstante, *rel. F.* = relativer Fehler der Korrelation.

	Ostthüringen		deutsch-dänisches Grenzgebiet	
	Männch.	Weibch.	Männch.	Weibch.
Wa	241,5 g	263,9 g	241,4 g	263,2 g
k	0,349g/d	0,341 g/	0,375 g/d	0,359 g/d
<i>rel. F.</i>	0,00730	0,00816	0,00439	0,00467

Tab. 3. Ermittelte Parameter der Korrelation für Männchen und Weibchen beim Schwarzspecht *Dryocopus martius* beider Gebiete (925 Datensätze). Wa = Endmasse, k = Wachstumskonstante, tm = Tag an dem das Maximum der Körpermasse erreicht wird, a und b = zu optimierende Hilfsparameter.

	Männchen	Weibchen
nach Gl. 4		
Wa	173,2 g	153,8 g
a	0,5448	0,6015
b	0,005491	0,008539
k	0,3576 d ⁻¹	0,3929 d ⁻¹
tm	23,8 d	22,8 d
nach Gl. 3		
Wa	263,8 g	242,3 g
k	0,3470 d ⁻¹	0,3587 d ⁻¹

In der Abb. 5 ist dieser Befund gut zu erkennen.

Interessant ist auch die Frage nach einem Verlust an Körpermasse vor Verlassen des Nestes, der durch Gleichung (4) beschreibbar sein sollte. Das Näherungsverfahren nach (4) wurde auf die Teilmengen für männliche und weibliche Nestlinge unter Verwendung aller Werte beider Brutgebiete angewandt und hat sich als praktikabel erwiesen. Abb. 6 zeigt das Auswertergebnis für männliche und Abb. 7 für weibliche Nestlinge. Die Messergebnisse liefern tatsächlich den Hinweis darauf, daß kurz vor Verlassen des Nestes ein Verlust an Körpermasse eintritt, der durch Gleichung (4) beschreibbar ist. Tab. 3 gibt die ermittelten Parameter der Korrelation wieder. Allgemein kann man feststellen: Die Entwicklung der Körpermasse der Nestlinge folgt recht gut der von BEZZEL & PRINZINGER (1990) genannten Gleichung (1), wobei gegen Ende der Nestzeit

eine Gewichtsabnahme zu beobachten ist, die sehr gut der Gleichung (4) folgt.

3. Gelegegröße

Der große Messwertumfang erlaubte auch die Auswahl von Teilmengen nach der Gelegegröße, sogar mit einer Trennung nach Geschlecht, wobei Werte unbestimmten Geschlechtes beiden Geschlechtern zugeordnet wurden. Die dabei gefundenen Unterschiede in den verschiedenen Merkmalen lassen aber keine Tendenz erkennen und erweisen sich auch sämtlich als nicht signifikant, so daß auf die weitere Betrachtung verzichtet werden kann.

4. Zunahme der Körpermasse nach Verlassen des Nestes

Die Messungen von MEYER & MEYER (2004) beziehen sich ausschließlich auf die Nestzeit, die mit ca. 29 Tagen beendet ist. H. CHRISTENSEN hat aber auch eine große Anzahl von Messwerten für Adulte ermittelt, die zur Betrachtung der Zeit nach Verlassen des Nestes auffordern. Leider ist der Zeitraum zwischen dem 30. und 100. Lebenstag nicht mit Messpunkten besetzt, so daß für diese Zeitspanne keine Hypothese eine Bestätigung finden kann. Es wäre wünschenswert, den Zeitraum zwischen dem Verlassen des Nestes und dem 100. Lebenstag mit Messwerten zu füllen und auch im thüringischen Untersuchungsgebiet Altvögel zu wiegen. Das würde auch die Frage klären, ob im reifen Alter zwischen den Brutgebieten ein Unterschied der Körpermassen besteht. Die Körpermassen der adulten Männchen und Weibchen, die CHRISTENSEN vermessen hat, veranschaulichen Abb. 8 und 9. Für Männchen findet man als Durchschnitt aller Körpermassen im Altersbereich oberhalb 300 d den Wert 324,3 g und im Altersbereich oberhalb 600 d den Wert 330,3 g. Für Weibchen im Altersbereich oberhalb 300 d ergibt sich das Durchschnittsgewicht von 299,6 g. Für den Altersbereich oberhalb 600 d erscheint die Angabe eines Durchschnittsgewichtes auf Grund der geringeren Messwertfülle wenig sinnvoll. Um der Werthäufigkeit Rechnung zu tragen, wären für Weibchen als Oberwert 299,6 g und für Männchen 330,3 g zu nennen.

Diskussion

Durch die sehr große Zahl von fast 800 Nestlingen, die zum Teil mehrmals vermessen wurden, ist eine große statistische Sicherheit gegeben. So ist das etwas schnellere Wachstum um etwa

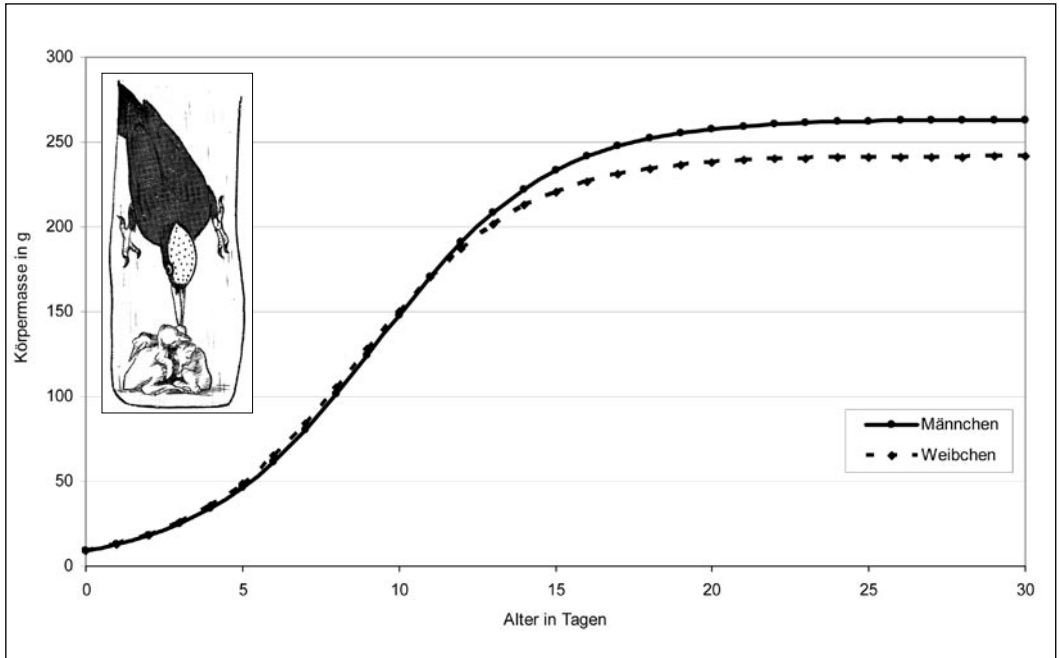


Abb. 3. Entwicklung der männlichen und weiblichen Nestlinge des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* in Ostthüringen (M: 213 Datensätze, F: 245 Datensätze).

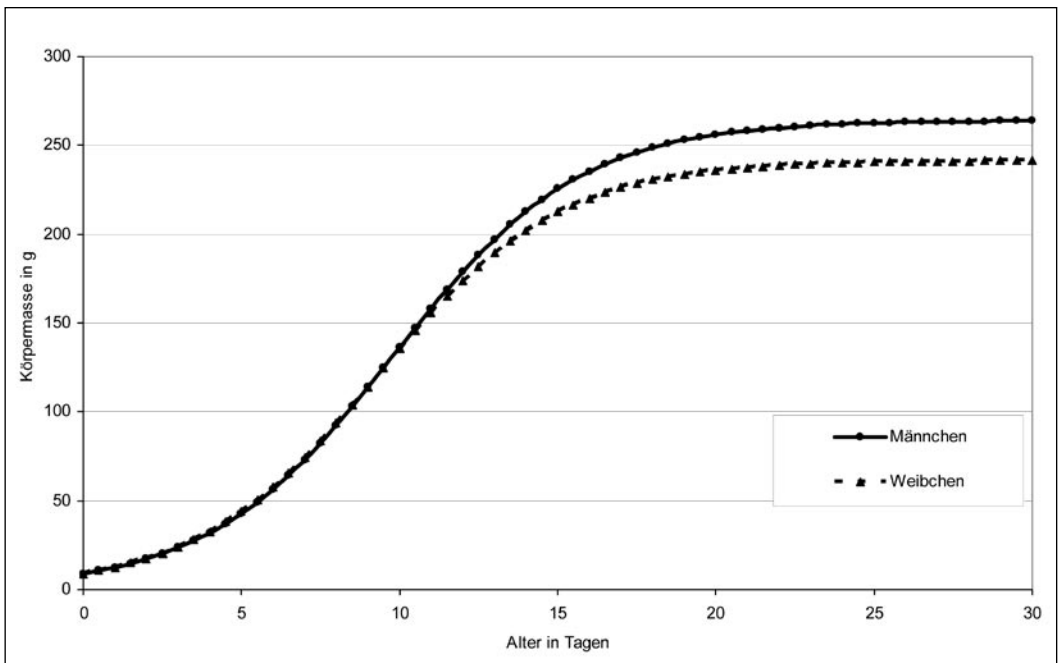


Abb. 4. Entwicklung der männlichen und weiblichen Nestlinge des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* im deutsch-dänischen Grenzgebiet (M: 214 Datensätze, F: 243 Datensätze).

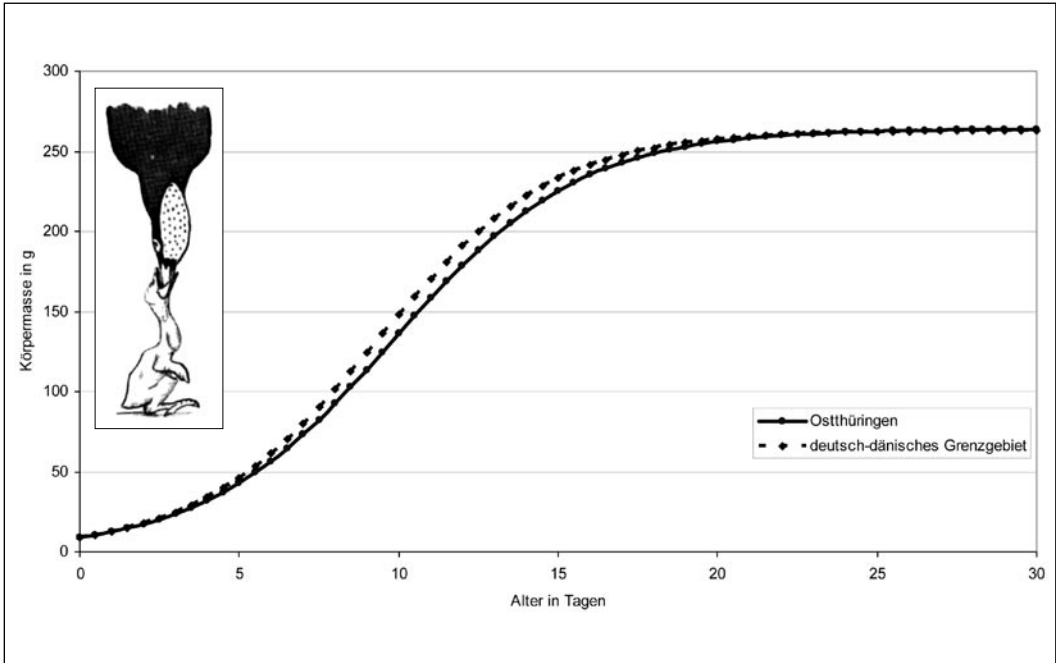


Abb. 5. Vergleich der Entwicklung aller Nestlinge des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* in beiden Untersuchungsgebieten (Ostthüringen: 458 Datensätze, deutsch-dänisches Grenzgebiet: 457 Datensätze).

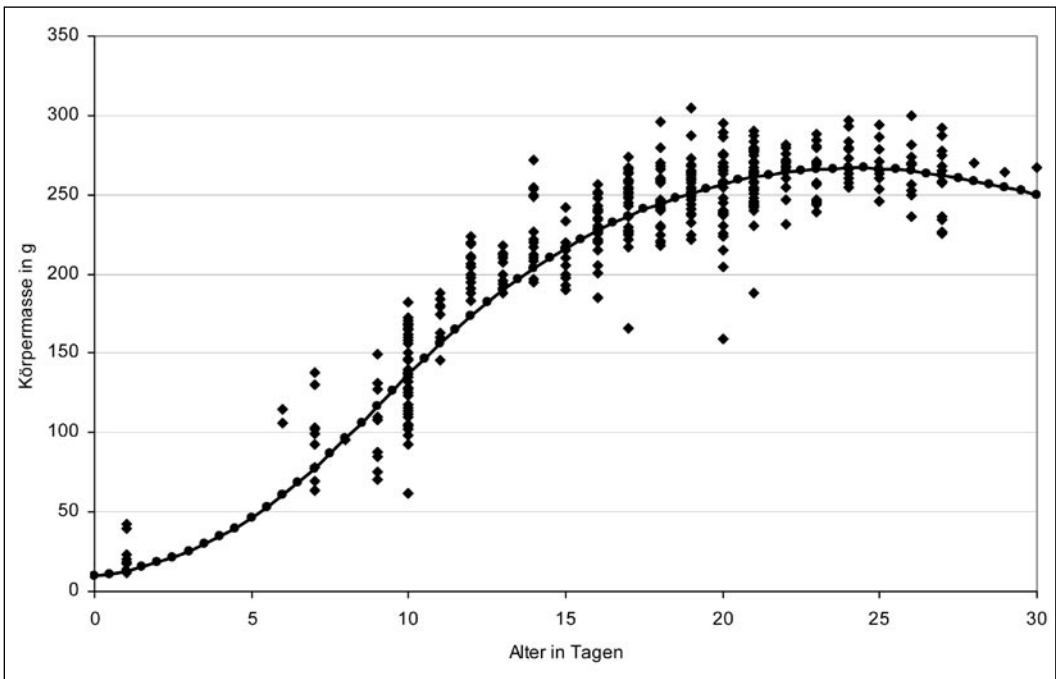


Abb. 6. Alle männlichen Nestlinge des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* beider Gebiete, ausgewertet nach Gleichung 4 (427 Datensätze).

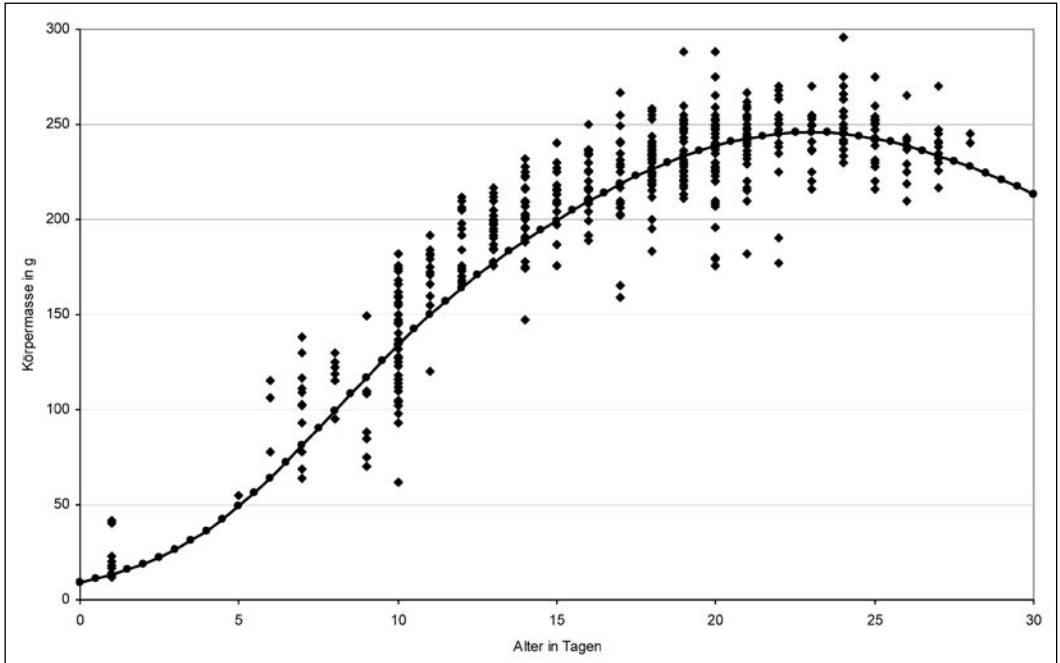


Abb. 7. Alle weiblichen Nestlinge des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* beider Gebiete, ausgewertet nach Gleichung 4 (488 Datensätze).

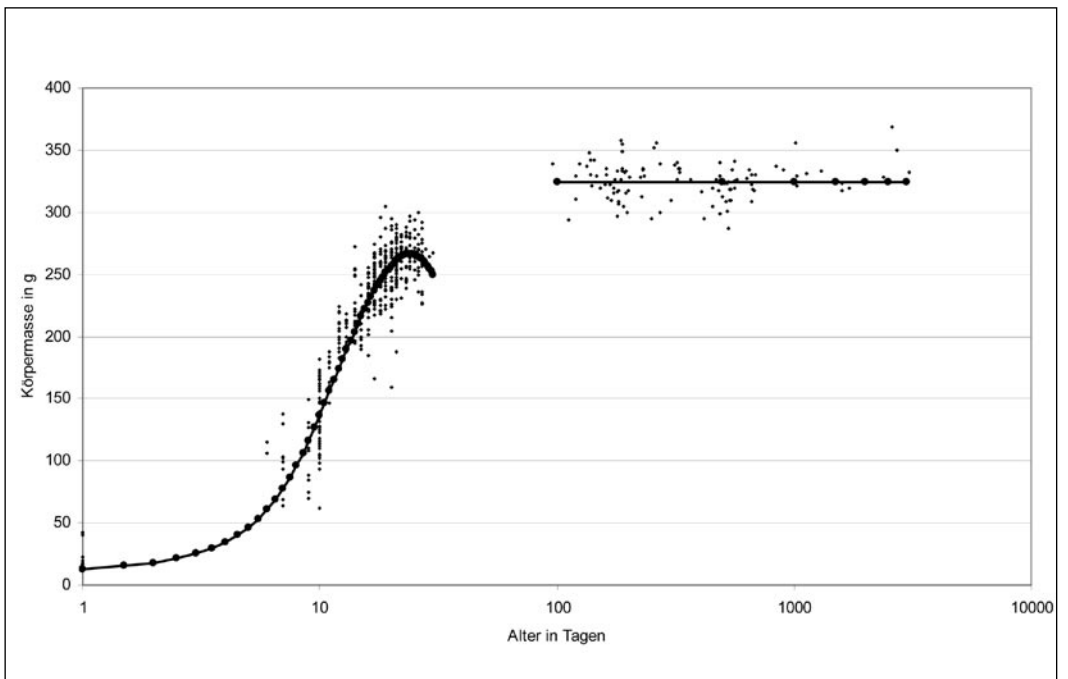


Abb. 8. Alle männlichen Nestlinge (427 Datensätze) und Altvögel (144 Datensätze) des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* beider Gebiete.

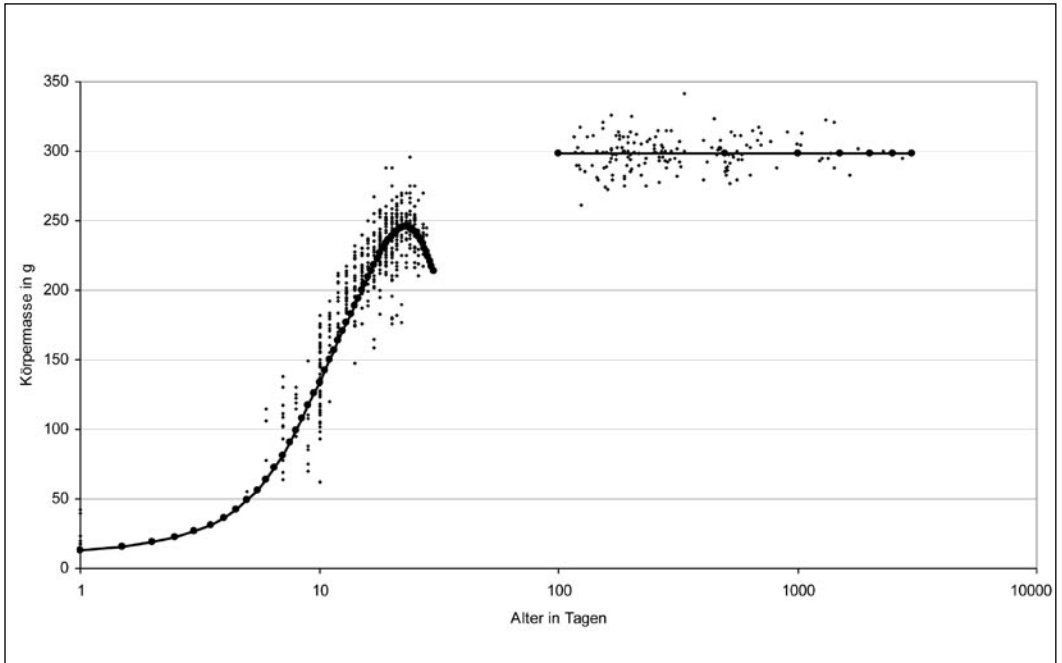


Abb. 9. Alle weiblichen Nestlinge (498 Datensätze) und Altvögel (215 Datensätze) des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* beider Gebiete.

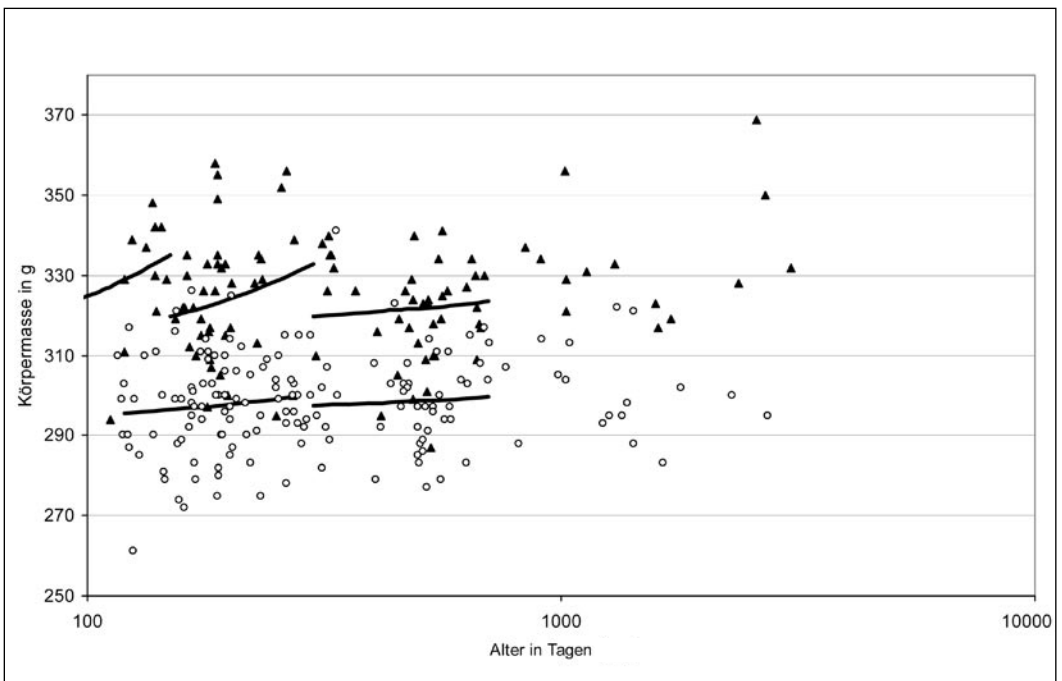


Abb. 10. Entwicklungstrends aller adulten Männchen (Dreiecke) (144 Datensätze) und Weibchen (Kreise) (215 Datensätze) des Schwarzspechtes *Dryocopus martius*.

einen Tag der in der Neubesiedlung begriffenen Schwarzspechtpopulation im deutsch-dänischen Grenzgebiet signifikant und vielleicht auf die größere Fitness der Neusiedler zurückzuführen (vgl. Abb. 5). In beiden Populationen wird beim Ausfliegen die gleiche Endmasse erreicht, die jedoch, wie Abb. 8 und 9 zeigen, deutlich unter der Körpermasse adulter Spechte liegt.

Das Durchlaufen eines Maximums um den 23. Tag der Nestlingsentwicklung in beiden Gebieten zeigt sich schon in der Verteilung der Messpunkte in den Abb. 1 und 2. Ursache für den beobachteten und in den Abb. 6 und 7 dargestellten Verlust an Körpermasse ist sicher die ab dieser Zeit am Flugloch erfolgende Fütterung. Das Erklettern des Fluglochs und die Behauptung dieses Platzes gegen noch nicht gefütterte Nestgeschwister erfordern einen höheren Energieaufwand. Es ist zu vermuten, daß sich dieser Gewichtsverlust nach dem Verlassen der Bruthöhle, vor allem durch die nötigen Flugleistungen und später durch die eigene Futtersuche, noch einige Zeit fortsetzt, bis sich die Körpermasse durch ein erneutes Wachstum nach dem 100. Tag dem Erwachsenengewicht annähert. Diese Vermutung stützt sich auf Untersuchungen von SOUTHERN (1970) und HIRONS et al. (1979) an Waldkäuzen *Strix aluco*. Die gerade flüggen Jungtiere erleiden in dieser Lebensphase große Verluste an Körpermasse und verhungern sogar, weil der größere Energieverbrauch durch das noch ungeübte Fliegen durch den anfangs noch uneffektiven Nahrungserwerb nicht ausgeglichen werden kann. Um diesen Effekt für den Schwarzspecht nachzuweisen, fehlen dazu Angaben zwischen dem 30. und 100. Lebenstag. Jungspechte werden in dieser sensiblen Phase kaum wiedergefangen.

Das Wachstum der Schwarzspechte nach dem 100. Lebenstag ist in Abb. 10 dargestellt. Beim ersten Blick ist nur der Unterschied der Geschlechter erkennbar. Nähert man aber getrennt nach Alterssegmenten die Messwerte jeweils durch eine Gerade an, so zeigt sich, daß die Messwertwolke eine deutliche Information enthält: Je höher der Altersbereich ist, für den man eine Gerade angeben will, umso geringer ergibt sich die Steigung dieser Geraden. Das deutet sehr auffällig auf eine exponentielle Annäherung an einen Endwert hin.

Dank

Die über mehrere Jahrzehnte auf großen Flächen laufenden Untersuchungen waren nur durch die tätige Hilfe vieler Personen und Institutionen möglich, denen wir an dieser Stelle ganz herzlich danken möch-

ten. Die Beringungszentralen des Kopenhagener Zoologischen Museums und der Vogelwarten Helgoland und Hiddensee ermöglichten die individuelle Kennzeichnung bei Mehrfachmessungen der Vögel und zur korrekten Altersbestimmung. Zur Altersbestimmung der in Dänemark vermessenen Tiere gebührt FINN HANSEN unser Dank. Besonderen Dank schulden wir für die Genehmigungen zum Befahren der Waldwege den Dänischen Forstämtern Gråsten, Haderslev, Lindet und Åbenrå, dem Forstamt Nordfriesland, sowie den thüringischen Forstämtern Leutenberg, Marktgörlitz, Paulinzella, Rudolstadt und Schwarzburg. Die umfangreiche Freilandarbeit wäre ohne die tätige Hilfe von Gleichgesinnten nicht möglich gewesen. Für die Hilfe bei Kartieren und Kontrollen der Schwarzspechthöhlen sind wir im deutsch-dänischen Grenzgebiet K. & B. BRUNTSE, G. DUMKE, H. HAGGE, E. MATTHIESEN, K. PETERSEN und W. PETERSEN, in Thüringen MARIO MELLE, Wittmannsgeroeth, den Mitgliedern der NABU-Kreisgruppe Saalfeld/Rudolstadt, HELMUT SCHULZ, JOACHIM ANGERMANN und NORBERT GLÄSEL sowie GERHARD FÖRTSCH, GÜNTER BIEWALD, HOLGER MÜLLER und JENS RITSCHKE zu großem Dank verpflichtet. Schließlich schulden wir Dr. JOCHEN WIESNER für Hinweise und Hilfe bei der Beschaffung von Literatur unseren Dank.

Literatur

- BEZZEL, E. & R. PRINZINGER (1990) Ornithologie. 2. Auflage. – Stuttgart.
- BLUME, D. (1961): Über die Lebensweise einiger Spechtarten (*Dendrocopos major*, *Picus viridis*, *Dryocopus martius*). – Journal für Ornithologie **102**, Sonderheft; 115 pp.
- (1981): Schwarzspecht, Grünspecht, Grauspecht, *Dryocopus martius*, *Picus viridis*, *Picus canus*. – Die Neue Brehmbücherei (Wittenberg Lutherstadt) **300**; 4. überarb. Auflage.
- (1983): Schwarzspecht und Altholzinselprogramm. – Der Forst- und Holzwirt **38**, 307–310.
- (1994): [Schwarzspecht pp. 964–989]. – In U. N. GLUTZ von BLITZHEIM, U. N. & K. M. BAUER (Bearb.): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 9, Columbiformes – Piciformes. 2. durchges. Auflage. – Wiesbaden.
- & J. TIEFENBACH (1996): Schwarzspecht, Grauspecht, Grünspecht *Dryocopus martius*, *Picus canus*, *Picus viridis*. – Die Neue Brehmbücherei (Magdeburg) **300**; 5. überarb. Auflage.
- CHRISTENSEN, H. (2002): Spredning af unge Sortspætter *Dryocopus martius* i forbindelse med indvandringen til Sønderjylland. – Dansk Orn. Foren. Tidsskr. **96**, 161–167.
- HANSEN, F. (1999): Black Woodpecker (*Dryocopus martius*) on the island of Bornholm (Baltic Sea). – Tichodroma **12**, Supplementum 1, 88–96.

- HEINROTH, O. & M. HEINROTH (1928): Die Vögel Mitteleuropas ... 1. Band: Sperlingsvögel, Rackenvögel, Kuckuck, Spechte. – Berlin.
- HIRONS, G., A. HARDY & P. STANLEY (1979): Starvation in young Tawny Owls. – *Bird Study* **26**, 59–63.
- LÖHRL, H. (1993): [Kleiber pp. 825–872]. – In: GLUTZ v. BLOTZHEIM & K. M. BAUER (Bearb.): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band 13/II, Passeriformes* (4. Teil). – Wiesbaden.
- LOTKA, A. J. (1925): *Elements of Physical Biology*. – Reprinted 1956. – New York.
- MEYER, W. & B. MEYER (2001): Bau und Nutzung von Schwarzspechthöhlen in Thüringen. – *Abhandlungen und Berichte aus dem Museum Heineanum* **5**, 121–131.
- & – (2004) Beobachtungen zur Reproduktion des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* in Wirtschaftswäldern Ostthüringens. – *Anzeiger des Vereins Thüringer Ornithologen* **5**, 49–56.
- NAAS, M. & H. L. SCHMID (Hrsg., 1961): *Mathematisches Wörterbuch* in 2 Bänden. – Berlin und Leipzig.
- PUTZER, D., W. KNEBEL, H. PIEREN & P. WAGNER (2003): Explosionsartiges oder logistisches Wachstum von Kormoranpopulationen. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* **35**, 13–19.
- PYNNÖNEN, A. (1939): Beiträge zur Kenntnis der Biologie finnischer Spechte I. – *Annales Zoologici Societatis Zoologicae – Botanicae – Fennicae Vanamo* (Helsinki) **7**; 166 pp.
- SOUTHERN, H. (1970) The natural control of a population of Tawny Owls *Strix aluco*. – *Journal of Zoology* **162**, 197–285.
- VOLTERRA, V. (1926): Fluctuations in the abundance of a species considered mathematically. – *Nature* **188**, 558–560.

Schriftenschau

STUBBE, M. & A. STUBBE (Hrsg., 2006): *Populationsökologie von Greifvogel- und Eulenarten*. Band 5. Halle/Saale. 624 S., zahlreiche s/w-Abb. Paperback, Format 14,8 x 20,4 cm. 30,00 €. ISBN 10: 3-86010-838-7. Bezugsadresse: Förderverein für Ökologie und Monitoring von Greifvogel- und Eulenarten e.V., Schülershof 12, D-06108 Halle/Saale. uk.mammen@t-online.de

Kurz nach dem 6. Internationalen Symposium der Arbeitsgruppe 2006 erschien der 5. Band dieser Reihe mit den 2002 in Meisdorf (Harz) vorgestellten Beiträgen. Darin finden sich auf 624 Seiten insgesamt 42 Arbeiten über Greifvögel und 9 über Eulen, in einigen Fällen gegenüber den Tagungsbeiträgen in aktualisierter Fassung. Inhaltlich wird eine breite Themenvielfalt geboten, es gibt neben vielen speziellen biologischen Fragestel-

lungen auch Übersichtsartikel, die sich z. B. mit großräumigen Bestandsentwicklungen oder dem Greifvogelschutz befassen. In diesem Werk ist die gesamte Bandbreite der Greifvogelforschung Mitteleuropas präsent. Der Band sei jedem empfohlen, der in Deutschland über Greifvögel und/oder Eulen arbeitet. Einige Beiträge berichten über Ergebnisse im Ausland, vorwiegend aus Ost-europa und einigen asiatischen Ländern.

Aber auch über diese Vogelgruppe hinaus kommt dem Werk eine besondere Bedeutung zu, zeigt es doch, wie man in systematischer Herangehensweise mit vielen, meist ehrenamtlichen Mitarbeitern auf zahlreichen Probestellen sehr gute und aussagekräftige Ergebnisse erhält. Das Monitoring der Greifvögel und Eulen mit seinen standardisierten Erfassungen ist damit einer der Vorreiter für die anderen Monitoring-Programme, die in den letzten Jahren angelaufen sind.

STEFAN FRICK (Erfurt)