

Wildschut (1973): The photic orientation of hatching sea turtles during water finding behaviour. *Neth. J. Zool.* 22: 72—80. • Verwey, J. (1924—1928): Het vuurtorenvraagstuk. *Jb. Ned. Ver. Besch. Vogels 1924—1928*, 144—164. • Williams, C. B. (1936): The influence of moonlight on the activity of certain nocturnal insects, particularly of the family Noctuidae, as indicated by a light trap. *Phil. Trans. Roy. Soc. London B226*: 357—389. • Wilson, E. O. (1975): *Sociobiology*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass., & London. • Yakobi, V. E. (1978): Do the plane landing lights attract or scare away the birds at night? *Zool. Zh.* 57: 304—306. • Yarbus, A. L. (1967): *Eye movements and vision*. Plenum Press, New York.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. F. J. Verheijen, Laboratory of Comparative Physiology, Jan van Galenstraat 40, 3572 LA Utrecht, The Netherlands.

*Die Vogelwarte 30, 1980: 320—325*

## Biologie des Eleonorenfalken (*Falco eleonorae*)

### 9. Eitemperaturen und Körpertemperatur juveniler und adulter Falken während der Brutzeit

Von Michael Wink, Coralie Wink und Dietrich Ristow

#### 1. Einleitung

Der Eleonorenfalk brütet im Hochsommer auf vegetationsarmen Felseninseln des Mittelmeeres. Seine Horste befinden sich auf dem Boden und sind im Tagesverlauf zumindest zeitweilig der intensiven Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Zur Untersuchung der Brutbiologie unter den halbwüstenhaften Bedingungen des Brutplatzes bestimmten wir Ei- bzw. Bebrütungstemperaturen, die Entwicklung der Thermoregulation bei den Jungfalken sowie die Körpertemperatur der Altfalken in einer ägäischen Brutkolonie.

Dank: Unseren deutschen und griechischen Freunden möchten wir für ihre Hilfe und Unterstützung danken, ferner Prof. W. A. CALDER für seine Beratung in der Telemetriefrage, Prof. Dr. SCHMIDT-KOENIG für Branding Cement und H. STEGEMANN für die Adaptation der Auswertelektronik an den Empfänger. Der Studienstiftung des Deutschen Volkes möchten wir (M. W., C. W.) für Stipendien danken.

#### 2. Material und Methode

Die Rektaltemperatur  $T_b$  juveniler und adulter Falken wurde mit einem geeichten Quecksilberthermometer gemessen (Genauigkeit  $0,1^\circ\text{C}$ ). Die am Tage gefangenen Altfalken wurden vor der Messung 15 Minuten lang im Dunkeln ruhig gehalten; Jungfalken wurden sofort untersucht. Bei der telemetrischen Temperaturbestimmung mittels Kleinstsender (ELLIS 1973) wurde der Sendefrequenz eine Taktfrequenz aufmoduliert, die der Temperatur proportional war (Genauigkeit ca.  $0,1^\circ\text{C}$ ). Durch mehrere Ringe aus Kupferdraht um den Horst und einer 5 m langen Antenne wurde die Richtwirkung der Sender verbessert, so daß unter optimalen Bedingungen die Taktfrequenz mehr als 30 m entfernt digital registriert werden konnte. Zum Teil wurden die Signale jedoch in einem 6 m entfernten Tarnzelt aufgenommen, um gleichzeitig Details der Brutaktivität beobachten zu können.

Da ein zwischen die Eier gelegter Sender vom Falken-♀ sofort entfernt wird, wurde zur Ermittlung der Eitemperaturen  $T_e$  der Sender mit Silikonfett und Paraffin wasserdicht versiegelt und in ein kleines, braunes ausgeblasenes Hühneri eingebaut. Dieses Meßei wurde vollständig mit Wasser gefüllt — um ähnliche Bedingungen wie in einem natürlichen Ei zu schaffen — und mit einer Folie verschlossen. Wenn wir das Ei zu anderen Eiern in einen Horst legten, wurde das Gelege von den Falken sofort wieder bebrütet — selbst bei künstlichen 4er-Gelegen.

Zur Registrierung der Hauttemperatur  $T_s$  wurde der Sender (Gewicht einschließlich Batterie 2,3 g) mit Branding Cement unter den Achseln eines Jungfalken befestigt. Referenzsender für die Umgebungstemperatur  $T_a$  wurden in unmittelbarer Horstnähe befestigt, so daß gleiche Sonnen- und Windexpositionen wie im Horst vorlagen. Zur gleichzeitigen Überwachung von  $T_e$  bzw.  $T_s$  und  $T_a$  wurden Sender mit unterschiedlicher Sendefrequenz verwendet.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### Körpertemperatur $T_b$ der Altfalcken

Die Rektaltemperaturen von 7 Falckenmännchen betrug  $41,6 \pm 0,48^\circ \text{C}$ . Die  $T_b$  von 5 Weibchen war mit  $41,36 \pm 0,19^\circ \text{C}$  nicht signifikant verschieden. Im Vergleich dazu liegen Literaturwerte von anderen Greifvogelarten ( $40,5\text{—}41,2^\circ \text{C}$ ) etwas niedriger (KING & FARNER 1961). Obwohl die Eleonorenfalcken vor einer Messung 15 min. lang im Dunkeln ruhig gehalten wurden, kann nicht ausgeschlossen werden, daß die durch den Fang bedingte Aufregung nicht zu einer gewissen Temperaturerhöhung geführt hat.

#### Umgebungstemperatur $T_a$ im Horst

Eleonorenfalcken bauen keinen Horst im eigentlichen Sinne, sondern legen ihre Eier in eine kleine Mulde, oft in kleinen Felsnischen oder direkt vor einem Felsen gelegen. Während der Brutzeit (Juli—September) können  $T_a$ -Werte — gemessen unmittelbar neben der Horstmulde bei gleicher Sonnen- und Windexposition — innerhalb eines Tages zwischen  $23^\circ$  und  $45^\circ \text{C}$  schwanken, während die relative Luftfeuchte zwischen  $95\%$  und  $40\%$  variiert. Der erste Regen fällt ausnahmsweise Ende September. Unter den angeführten Temperaturen ist dadurch in der untersuchten Falckenkolonie ein halbwüstenhaftes Klima gegeben.

In Abb. 1 und 2 sind  $T_a$ -Tagesgänge für Horste unterschiedlicher Lage dargestellt. In südexponierten Horsten werden die Maximalwerte gegen 11 Uhr erreicht (Abb. 1a) und in westexponierten Horsten etwa 4 Stunden später (Abb. 2). In einem ausgewählten Höhlenhorst, in dem die Eier einen halben Meter vom Eingang entfernt im Halbdunkel lagen, schwankte die  $T_a$  nur um  $4^\circ \text{C}$  (Abb. 1c).

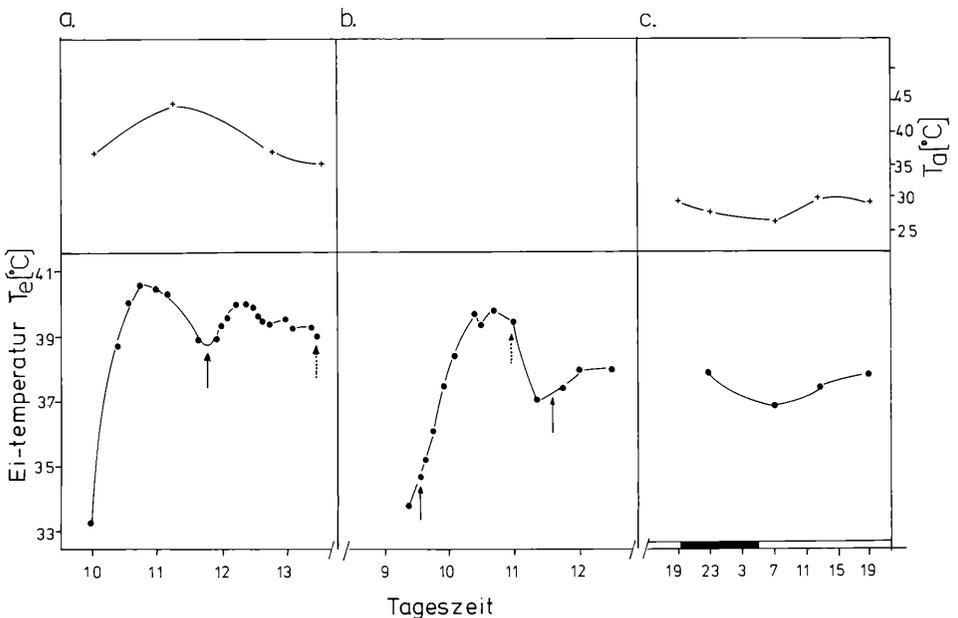


Abb. 1: Tagesgang der Bebrütungstemperaturen in Relation zu den Umgebungstemperaturen. Durchgehender Pfeil: ♀ geht auf das Nest; gepunkteter Pfeil: ♀ verläßt das Nest. a. Horst mit 2 Eiern und Test-Ei, südexponiert; b. Horst mit 1 pull (5 Stunden alt), 1 Ei und 1 Test-Ei, südexponiert ( $T_a$  wie in 1a); c. Horst in Höhle, 2 Eier und Testei.

Ei-Temperatur  $T_e$ 

Bei Betrachten der Ei- bzw. Bebrütungstemperaturen muß davon ausgegangen werden, daß das Weibchen und seine Eier im thermoregulatorischen Sinn eine Einheit bilden (DRENT 1975). Die mittlere  $T_e$  von 51 Temperaturmessungen in drei Horsten, deren Weibchen durchgehend brütete, liegt bei  $38,58 \pm 1,24^\circ \text{C}$  und damit nur um  $2,8^\circ \text{C}$  niedriger als die  $T_b$  des ♀.

Im Vergleich zu den Bebrütungstemperaturen anderer Arten ( $34,0\text{--}39,0^\circ \text{C}$ ) liegt die mittlere  $T_e$  relativ hoch (s. DRENT 1975). Eine Parallele zeigt sich, wenn man den evaporativen Gewichtsverlust der Eier während der Brutzeit betrachtet; er liegt bei  $13,2\%$  (WINK et al. 1981) und damit etwas höher als der Durchschnitt von  $10\text{--}12\%$  (DRENT 1975). Möglicherweise sind die höheren Bebrütungstemperaturen in Relation zum Klima günstig.

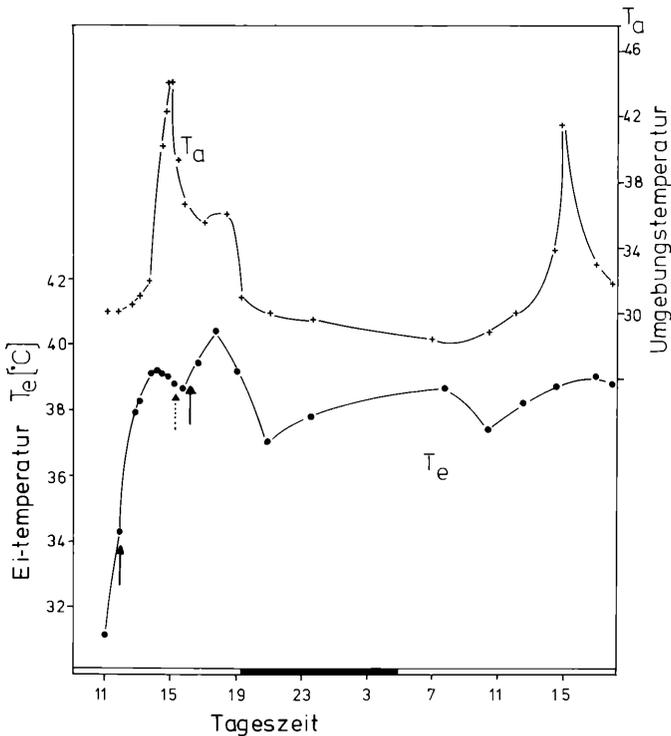


Abb. 2: Tagesgang der  $T_e$  und  $T_a$ -Werte in einem westexponierten Horst mit 2 Eiern und Test-Ei. Bedeutung der Pfeile s. Abb. 1.

In Abb. 1 und 2 sind die Tagesgänge der  $T_e$  zusammen mit  $T_a$  dargestellt. Zur Erwärmung eines auf  $31^\circ \text{C}$  abgekühlten Eies benötigt ein ♀ eine knappe Stunde (Abb. 1b und 2). Zum Einregulieren der Bebrütungstemperatur wird die mittlere  $T_e$  zunächst um  $0,5$  bis  $1^\circ \text{C}$  überschritten und anschließend eingestellt (Abb. 1a nach 12 Uhr und Abb. 2). Bei einer langen Abwesenheit des ♀ kann die Erwärmung des Eies durch die Umgebung ausgenutzt werden (Abb. 1a vor 12 Uhr). Im Höhlenhorst mit der stabilen  $T_a$  wurde die geringste Schwankung der  $T_e$  von nur  $1^\circ \text{C}$  während der Bebrütung beobachtet, während in sonnenexponierten Horsten Schwankungen bis  $3,5^\circ \text{C}$  auftraten. Hier sind große Anforderungen an die Thermoregulation der brütenden Falken gestellt, die sich ja auch selbst an die unterschiedlichen  $T_a$ -Werte anpassen müssen.

Bei einer  $T_a$  zwischen  $33^\circ$  und  $38^\circ\text{C}$  kann manchmal beobachtet werden, daß das Falkenweibchen bzw. -männchen zu brüten aufhört, und die Eier minutenlang nur beschattet. Ein ähnliches Verhalten wurde von dem in der Kalahari brütenden Rennvogel *Rhinoptilus africanus* berichtet, der bei  $T_a$ -Werten zwischen  $30^\circ$ — $36^\circ\text{C}$  seine Eier beschattet, bei höheren Temperaturen jedoch fest brütet (MACLEAN 1967).

Steigt die  $T_a$  über die mittlere Inkubationstemperatur  $T_s$ , so ist eine kontinuierliche Bebrütung der einzige Weg, eine Überhitzung des Eies zu verhindern (s. a. RUSSEL 1969). Sind die Falkeneier z. B. zur Mittagszeit für 30 min der intensiven Sonnenbestrahlung ausgesetzt, so können bald  $T_s$ -Werte von über  $43^\circ\text{C}$  festgestellt werden. Es ist jedoch bekannt, daß zu Beginn der Inkubation selbst  $T_s$ -Werte über  $42,2^\circ\text{C}$  für die Embryonen letal sein können, später sind es  $45,6^\circ$ — $47,8^\circ\text{C}$  (DRENT 1975, WHITTOV 1976). Diese äußeren Bedingungen haben ihre Implikationen auf das Brutverhalten des Eleonorenfalken. Da die meisten Horste offen und zeitweise sonnenexponiert sind, müssen die Gelege schon vom ersten Ei an bebrütet werden (s. WINK et al. 1981).

Um eine Überhitzung oder Unterkühlung der Eier zu vermeiden, ist eine kontinuierliche Bebrütung notwendig. Diese kann beim Eleonorenfalken auch im allgemeinen beobachtet werden, da das ♀ bis zu 90% der Zeit brütet, während der es vom ♂ mit Futter versorgt wird und nur kurz das Nest verläßt (Abb. 2). In der übrigen Zeit, meist um die Mittagsstunden, brütet das ♂; während einer Brutablösung sind die Eier höchstens eine halbe Minute unbedeckt.

Nach ASCHOFF & POHL (1970) läßt sich für die Standardstoffwechselrate tagaktiver Falken ein Wert von  $46,7$  Kcal/Tag, als Nachwert  $37,5$  Kcal/Tag berechnen. Unter der Annahme, daß Stoffwechselrate und Bebrütungstemperaturen miteinander korreliert sind, läßt sich ableiten, daß die nächtlichen Bebrütungstemperaturen niedriger liegen werden als die Tageswerte. Mit einiger Vorsicht läßt sich dieser Trend auch aus unseren Daten (vergl. Abb. 1c, 2) ablesen.

### Ontogenie der Thermoregulation

Während bei Nestflüchtern sich die Fähigkeit zur Thermoregulation schon in den ersten 24 Stunden herausbildet (Übersicht s. MYHRE & STEEN 1979) dauert dieser Vorgang bei Nesthockern oft über eine Woche (O'CONNOR 1975, WHITTOV 1976). Dies konnten wir auch in der Ontogenie junger Eleonorenfalken feststellen (Abb. 3); erst vom 6. Tag an weisen die Jungfalken  $T_b$ -Werte von über  $38^\circ\text{C}$  auf. Zu diesem Zeitpunkt ist der Federflaum bereits kräftig entwickelt und bietet die Möglichkeit der Wärmeisolierung. Vom 13. Tag an werden Werte über  $40^\circ\text{C}$  festgestellt. Bis zu diesem Zeitpunkt werden die Jungfalken noch regelmäßig, jedoch fast ausschließlich vom ♀ gehudert.

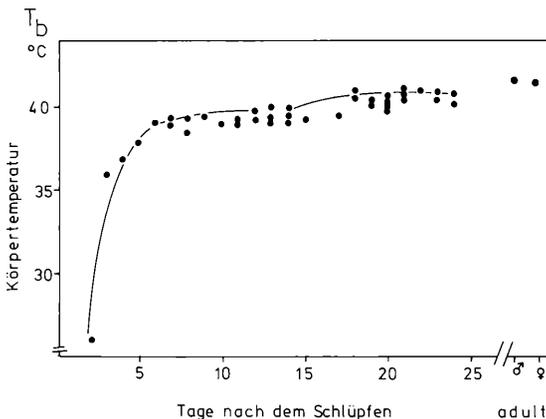


Abb. 3: Entwicklung der Thermoregulation junger Eleonorenfalken. Rektaltemperaturen wurden nur von Jungfalken genommen, die mindestens 20 min lang nicht vom ♀ gehudert worden waren.

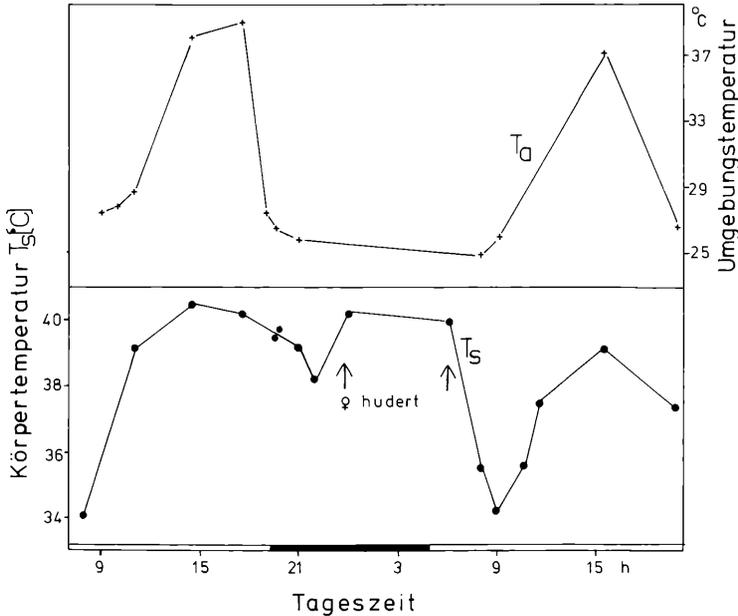


Abb. 4: Tagesgang der Hauttemperatur  $T_b$  (Sender unter Achsel) eines 12 Tage alten Falken in Relation zur Umgebungstemperatur.

In Abb. 4 ist der Tagesgang der Hauttemperatur eines 12 Tage alten Falken dargestellt. Verläßt das ♀ in der Morgendämmerung den Horst, so fällt die  $T_b$  bald ab, bedingt durch die relativ niedrigen  $T_a$ -Werte. Erst mit Erhöhung der  $T_a$ -Werte im Tagesgang kommt es zu einem Anstieg der  $T_b$ -Werte des Jungfalcken. Bei einem ca. 22 Tage alten Falken zeigten sich ähnliche Schwankungen, jedoch betrug die Gesamtvariation nur noch 4°C. Diese Daten belegen, daß die Fähigkeit zur Thermoregulation während der Ontogenie graduell erlangt wird.

#### 4. Zusammenfassung

Die Körpertemperatur  $T_b$  der Falckenmännchen liegt bei  $41,6 \pm 0,48^\circ\text{C}$ , die der ♀ bei  $41,36 \pm 0,19^\circ\text{C}$ . Die mittlere Eitemperatur  $T_e$  beträgt  $38,6 \pm 1,24^\circ\text{C}$ . In Höhlenhorsten treten Temperaturschwankungen ( $T_e$ ) von  $1^\circ\text{C}$ , in offenen, sonnenexponierten Horsten von  $3,5^\circ\text{C}$  auf. Die nächtliche Inkubationstemperatur liegt um ca.  $1^\circ\text{C}$  niedriger.

Bei über  $45^\circ\text{C}$  Umgebungstemperaturen zur Mittagszeit können ungeschützte, besonnte Eier letale Temperaturen über  $43^\circ\text{C}$  erreichen. Zur Temperaturerhöhung eines abgekühlten Eies um  $7,5^\circ\text{C}$  benötigt ein ♀ ca. 50–60 min. Um Unterkühlung bzw. Überhitzung zu vermeiden, ist ein kontinuierliches Brüten vom ersten Ei ab deshalb optimal; das ♀ brütet zu 90% der Zeit und wird währenddessen vom ♂ mit Nahrung versorgt. Die Fähigkeit zur Thermoregulation erwirbt ein Jungvogel um den 6. Tag; das Hudern des ♀ ist jedoch weiterhin, zumindest bei niedriger  $T_a$  wichtig, um eine Auskühlung zu verhindern.

#### 5. Summary

Biology of Eleonora's Falcon (*Falco eleonora*). 9. Egg Temperatures and Body Temperatures of Juvenile and Adult Falcons During the Breeding Season.

The body temperature  $T_b$  of male falcons is  $41.6 \pm 0.48^\circ\text{C}$ , that of the females  $41.4 \pm 0.19^\circ\text{C}$ . Mean egg temperature during the last third of incubation is  $38.6 \pm 1.24^\circ\text{C}$ ; eggs in small caves display an oscillation of only  $1^\circ\text{C}$  whereas open, sunexposed nests have values of  $3.5^\circ\text{C}$ . Night incubation temperatures were  $1^\circ\text{C}$  lower.

At ambient temperatures  $T_a$  of  $45^\circ\text{C}$  unattended eggs reach lethal values of more than  $43^\circ\text{C}$ . To raise the temperature of cooled eggs by  $7.5^\circ\text{C}$ , a female needs 50–60 min of incubation. To avoid unphysiological cooling or heating a continuous breeding from the first egg laid is necessary. The ♀ does 90% of the incubation and is fed by the ♂.

Young falcons obtain the capability of thermoregulation 6 days after hatching. Brooding of the ♀ is important for a longer period, however, to prevent chilling of the young at low  $T_a$  during the night.

## 6. Literatur

Aschoff, J., & H. Pohl (1970). Der Ruheumsatz von Vögeln als Funktion der Tageszeit und der Körpergröße. *J. Orn.* 11: 38—47. ● Drent, R. (1975). Incubation. In „Avian Biology“ (D. S. Farner & J. R. King, Eds). Band 5: 333—420. ● Ellis, D. H. (1973). A fully automated egg for telemetering adult attentiveness and incubation temperatures. *Raptor Research* 7: 73—77. ● King, J. R., & D. S. Farner, (1961): Energy metabolism, thermoregulation and body temperature. In „Biology and Comparative Physiology of Birds“ (Marshall, Ed.): 215—279. ● Maclean, G. L. (1967): The breeding biology and behaviour of the double banded courser *Rhinoptilus africanus* (TEMMINCK). *Ibis* 109: 556—569. ● Myhre, K., & J. B. Steen (1979). Body temperature and aspects of behavioural temperature regulation in some neonate subarctic and arctic birds. *Ornis Scand.* 10: 1—9. ● O'Connor, R. J. (1975). Growth and metabolism in nestling passerines. *Symp. zool. Soc. Lond.* 35: 277—306. ● Russel, S. M. (1969): Regulation of egg temperatures by incubating white-winged doves. In „Physiological systems in Semiarid Environments“ (C. C. Hoff & M. L. Riedsel, Eds): 107—112. ● Whittow, G. C. (1976). Regulation of body temperature. In „Avian Physiology“ (P. D. Sturkie, Ed.): 146—173. ● Wink, M., D. Ristow C. Wink (1981). Biology of Eleonora's Falcon (*Falco eleonorae*). 7. Variability of clutch size, egg dimensions and egg colouring. (Ökol. Vögel z. Druck eingereicht).

Anschriften der Verfasser: Dr. M. Wink und C. Wink, Institut für Pharmazeutische Biologie, Pokelsstr. 4, D-3300 Braunschweig; Dr. D. Ristow, Pappelstr. 35, 8014 Neubiberg.

*Die Vogelwarte* 30, 1980: 325—333

Aus der Außenstation Braunschweig für Populationsökologie  
beim Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“

## Zum Paarzusammenhalt bei Kohl-, Blau- und Tannenmeise (*Parus major*, *P. caeruleus* und *P. ater*)<sup>1)</sup>

Von Wolfgang Winkel und Doris Winkel

### 1. Einleitung, Material und Methode

Im Rahmen spezieller Untersuchungen zur Populationsökologie von Höhlenbrütern in einem Aufforstungsgebiet mit Japanischer Lärche *Larix leptolepis* im Staatsforst Lingen (52.27 N, 7.15 E) bemühten wir uns von 1974 bis 1979 unter anderem um eine möglichst vollständige individuelle Erfassung der in künstlichen Nisthöhlen brütenden Kohl-, Blau- und Tannenmeisen (Beringung bzw. Ringkontrolle<sup>2)</sup>; Näheres über das Versuchsgebiet<sup>3)</sup> und zur Fangmethode vgl. WINKEL 1975). Dabei ergab sich auch Material zu der erst relativ wenig untersuchten Frage des „Paarzusammenhaltes“ Im folgenden haben wir deshalb unsere diesbezüglichen Befunde zusammengefaßt.

Abkürzungen: KM = Kohlmeise(n) — *Parus major*; BM = Blaumeise(n) — *Parus caeruleus*; TM = Tannenmeise(n) — *Parus ater*; vorj. = vorjährig; mehrj. = mehrjährig; Anz. = Anzahl; D = Durchschnittswert; m = mittlerer Fehler (statistische Methoden bei SACHS 1969).

Die Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. B — Waldschutz, Göttingen stellte dem Institut für Vogelforschung nach freundlicher Vermittlung durch Herrn Dr. W. ALTENKIRCH (Göttingen) dankenswerterweise ihre für den Großversuch „Vogelschutz gegen Lärchenminiermotte“ (vgl. SCHINDLER 1972) mit 600 Nisthöhlen ausgestatteten Versuchsflächen für ornithologische Untersuchun-

<sup>1)</sup> Gefördert mit Forschungsmitteln des Landes Niedersachsen.

<sup>2)</sup> Die ♀-Population konnte praktisch ganz, die ♂-Population dagegen nur zu einem ± großen Teil erfaßt werden.

<sup>3)</sup> Die Verteilung der 600 Nisthöhlen erfolgte entlang der Wege meist im Abstand von (25—) 50 m.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [30\\_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Wink Michael, Wink Coralie, Ristow Dietrich

Artikel/Article: [Biologie des Eleonorenfalcken \(Falco eleonora\) 9. Eitemperaturen und Körpertemperatur juveniler und adulter Falcken während der Brutzeit 320-325](#)