

ORNIS FENNICA

XVI, No: 1

SUOMEN LINTUJÄTEELLISEN YHDISTYKSEN JULKAISEMA
UTGIVEN AV ORNITOLOGISKA FÖRENINGEN I FINLAND

1939, 15. IV.

Toimitus P. Palmgren, E. Merikallio,
Redaktion

O. Kalela

Über die Wärmeisolationsekapazität verschiedener Kleinvogelnester.

VON MARGIT und PONTUS PALMGREN.

Obwohl die Brutbiologie seit jeher das Interesse der Ornithologen ganz besonders gefesselt hat, wurden die technischen Eigenschaften der verschiedenen Nesttypen bisher wenig beachtet. Namentlich ist die Wärmeisolationsekapazität, die doch von hervorragender biologischer Bedeutung sein muss, soweit uns bekannt, noch nicht zum Gegenstand einer Untersuchung herangezogen worden. Die vorliegende kleine Studie, die sich auf Nestmaterial in den Sammlungen des Zoologischen Instituts der Universität Helsingfors gründet, ist in erster Linie dem Wunsche entsprungen, eine Grundlage zur Beurteilung der genannten Eigenschaft als verbreitungsbegrenzender Faktor zu erhalten. Es ist doch klar, dass die Mortalität in den ersten Lebensstadien des Vogels, als Ei bzw. als neugeschlüpftes Junges, von der Temperatur im Nest stark beeinflusst ist; die Temperatur ihrerseits ist vom Grössenverhältnis zwischen der Wärmezufuhr seitens des brütenden Vogels bzw. der Nestjungen einerseits, die Wärmeabgabe durch die Nestwände andererseits abhängig. Da die erwachsenen Vögel, auch südlichere Arten, recht wenig temperaturempfindlich sind, vorausgesetzt dass sie genügend Nahrung finden, liegt es nahe anzunehmen, dass gerade die Möglichkeit, im Neste die nötige Temperatur aufrechtzuerhalten, an der Nordgrenze des Verbreitungsgebiets von recht ausschlaggebender Bedeutung sein könnte.

Versuchsanordnung (Abb. 1): Ein kugelförmiger Glaskolben von 100 cm³ Fassung mit dicht über der Kugel abgeschnittenem Hals wird mit Wasser gefüllt und von zwei Nestern derselben Art umschlossen; die Nester werden mit umgewickeltem Bindfaden fest gegeneinander gepresst und wenn nötig etwaige von Unebenheiten der Nestränder bedingte Lücken mit Watte gefüllt. Das Wasser kann mit einem elektrischen Heizkörper (*H*) erwärmt werden;

das Thermometer gestattet die genaue Bestimmung von $\frac{1}{10}^{\circ}$ C. Durch Auf- und Abbewegung des Rührers R (Celluloidstück an einem Halm) wird der Temperatúrausgleich im Kolbeninneren gefördert. Bei den Versuchen wird mit der Stoppuhr die Zeit bestimmt, während welcher die Temperatur des Wassers von 40° auf 39° C sinkt.

Die Versuche fanden bei einer konstanten Aussentemperatur von 21.5° C statt. Es wurden mit jedem Nest zwei Reihen von Bestimmungen ausgeführt: teils in ruhiger und teils in bewegter Luft; der Luftstrom, durch einen elektrischen Tischventilator erzeugt, traf die Versuchsnester mit einer Geschwindigkeit von 1—2 m/Sek. Bei jeder Versuchsreihe wurden mindestens zwei Bestimmungen der zur Temperaturabnahme nötigen Zeit ausgeführt; wenn die Ergebnisse um mehr als 5 % voneinander abwichen, wurden 3—4 Bestimmungen vorgenommen.

Es wurde gleichzeitig mit zwei Nestpaaren gearbeitet, die nebeneinander auf einem Gestell von Metalldrahtnetz aufgestellt waren; die Bestimmung der zur Temperaturabnahme $40\text{—}39^{\circ}$ nötigen Zeit, wenn die beiden Kolben unbedeckt waren, erwies, dass sie sich diesbezüglich von einander um weniger als 5 % unterschieden.

Bei der Ausführung der Versuche konnten wir uns auf Erfahrungen stützen, die bei einigen Vorversuchen gewonnen waren. Diese wurden teils von Herrn Mag. phil. A. V. V. M i k k o l a, teils auf einem ornithologischen Ferienkursus bei der Zoologischen Station Tvärminne von den Stud. M ä r t h a L a n g e n s k i ö l d und F. L u t h e r ausgeführt. Die Kursusversuche wurden mit einer primitiveren Methodik ausgeführt (warmes Wasser musste für ede Einzelbestimmung neu eingegossen werden, die Zimmertemperatur wechselte stark, „Windversuche“ konnten nicht angestellt werden), aber

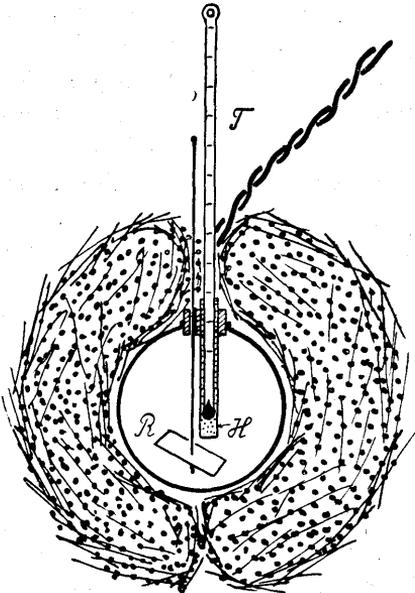


Abb. 1. Versuchsanordnung. T = Thermometer, H = Heizkörper, R = Rührer.

gaben doch Resultate, die mit den unsrigen gut übereinstimmen und so die Allgemeingültigkeit der erhaltenen Werte bestätigen. Den genannten Personen sei hiermit unser bester Dank ausgesprochen.

Die Resultate sind zunächst in untenstehender Übersicht zusammengefasst, welche für jedes geprüfte Nestpaar die Zeit der Temperaturabnahme (40—39°) in Sekunden, als Mittelwert von 2—4 Einzelbestimmungen angibt; der Zeitwert in den Windversuchen wird ausserdem auch in % der Zeit in ruhiger Luft angegeben.

Zeit (in Sekunden) der Temperaturabnahme 40—39° C, A in ruhiger, B in bewegter Luft; C = B in % von A. M = Mittelwert.

	A	B	C		A	B	C
<i>Chloris chloris</i> (L.).	602	490 = 82 %	von A	<i>Aegithalos caudatus</i> (L.).	615	—	— von A
<i>Carduelis cannabina</i> (L.).	423	325 = 77 %		<i>Lanius collurio</i> L.	545	360 = 66 %	
<i>Carpodacus erythrinus</i> (L.).	I 470	208 = 44 %		<i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (L.).	I 605	545 = 90 %	
	II 402	265 = 66 %			II 527	452 = 86 %	
	M 436	237 = 55 %			M 566	499 = 88 %	
<i>Loxia curvirostra</i> L.	I 492	375 = 76 %		<i>Hippolais icterina</i> Vieill.	I 587	440 = 75 %	
	II 470	380 = 81 %			II 447	370 = 83 %	
	M 481	378 = 79 %			M 517	405 = 79 %	
<i>Fringilla coelebs</i> L.	IV 500	414 = 83 %		<i>Sylvia borin</i> (Bodd.) L.	I 387	183 = 47 %	
	V 483	376 = 78 %			II 340	178 = 52 %	
	I 465	360 = 85 %			M 364	181 = 50 %	
	III 462	420 = 91 %		<i>Sylvia atricapilla</i> (L.).	350	235 = 67 %	
	II 428	285 = 67 %		<i>Sylvia communis</i> Lath.	495	270 = 55 %	
	M 467	371 = 81 %			390	198 = 51 %	
<i>Fringilla montifringilla</i> L.	I 639	541 = 85 %			M 343	234 = 53 %	
	III 635	505 = 80 %		<i>Sylvia curruca</i> (L.).	443	275 = 62 %	
	II 520	595 = 76 %			358	220 = 62 %	
	IV 390	310 = 80 %			M 401	248 = 62 %	
	M 546	438 = 80 %					
<i>Emberiza citrinella</i> L.	I 436	273 = 63 %					
	II 432	228 = 53 %					
	M 434	251 = 58 %					

Schon die obenstehende Übersicht gibt eine recht aufschlussreiche Vorstellung von der Ungleichwertigkeit der verschiedenen Nesttypen sowie von der überhaupt nicht sehr grossen Variationsbreite innerhalb derselben Art. — Zetzten wir die von dem wassergefüllten Kolben bei der Temperaturabnahme 40—39° abgegebene Kalorienmenge (rund 100 Grammkalorien) gleich 100 und dividieren durch die zur Abgabe nötigen Zeit, erhalten wir eine Zahl, welche annähernd die in der Zeiteinheit durch die Nestwandungen verloren gegangene Wärmemenge angibt und die als *Wärmedurchlässigkeitzahl* (W) des geprüften Nestpaares bezeichnet sei. Diese Zahl repräsentiert also die Minus-Seite des Wärmehaushalts im Nest. Zur Beurteilung des relativen Vermögens der verschiedenen Nester, die Eier oder die Jungen bei der nötigen Temperatur zu halten, muss noch die Wärmezufuhr in Betracht gezogen werden. Es wird kaum möglich sein, dafür ein exaktes Mass zu finden, aber innerhalb der hier in Frage kommenden Grössengrenzen dürfte man berechtigt sein, die Oberfläche des brütenden Vogels (der eine fast konstante Körpertemperatur von 40—42° hat) als der Wärmeabgabe proportional zu setzen. Dass diese Berechnung nur eine ganz grobe Annäherung geben kann, erhellt schon daraus, dass unter natürlichen Verhältnissen ein bedeutender Teil der vom Vogelkörper erzeugten Wärme von der Dorsalseite direkt an die Luft abgegeben wird. — Untenstehende Tabelle bringt die relative Oberfläche (O) sowie vergleichsweise das mittlere Gewicht (G) des brütenden Geschlechts bei den studierten Arten, die Wärmedurchlässigkeitzahlen (W) sowie die Quotienten $W/O =$ Wärmedurchlässigkeit, auf die relative Oberfläche des brütenden Vogels bezogen ¹⁾.

Wie die Übersichten sowie das Diagramm (Abb. 2) zeigen, zeichnen sich die Nester der Sylvien durch geringere Wärmeisolationsekapazität als die Nester der typischen Fringilliden aus. Besonders gross ist ihre Wärmedurchlässigkeit in stark bewegter Luft, was in an betracht ihrer undichten Bauart natürlich ist. Damit steht in guter Korrelation, dass die Grasmücken ihre Nester sehr tief bauen (was natür-

¹⁾ Die relative Oberfläche wird hier gleich der Quadratzahl der relativen Länge der Rumpfwirbelsäule angenommen; die Längenmasse nach P. PALMGREN, Beiträge z. biol. Anatomie d. hint. Extrem. d. Vögel (Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica 59); die Rumpflänge von Acrocephalus gilt als Einheit 1.

Wärmedurchlässigkeit (W) sowie Wärmeverlust, auf die relative Körperoberfläche bezogen (W/O); G = Gewicht.

	G	O	W	W/O	W	W/O
			in ruhiger Luft		in bewegter Luft	
<i>Chloris chloris</i>	28	1.90	162	85	204	120
<i>Carduelis cannabina</i>	18	1.35	236	175	307	228
<i>Carpodacus erythrinus</i>	20	1.40	229	163	422	301
<i>Loxia curvirostra</i>	44	1.95	207	106	264	135
<i>Fringilla coelebs</i>	21	1.50	214	143	269	179
„ <i>montifringilla</i>	21	1.50	183	122	228	152
<i>Emberiza citrinella</i>	28	1.90	230	121	398	210
<i>Aegithalos caudatus</i>	9	0.72	162	225	—	—
<i>Lanius collurio</i>	30	2.00	183	92	277	138
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	12	1.00	177	177	200	200
<i>Hippolais icterina</i>	13	1.30	193	149	247	190
<i>Sylvia borin</i>	18	1.30	274	211	552	425
„ <i>atricapilla</i>	19	1.30	285	219	425	327
„ <i>communis</i>	15	1.30	291	224	427	328
„ <i>curruca</i>	12	1.05	249	243	403	310

lich auch in Zusammenhang mit der geringen mechanischen Haltbarkeit der Grasmückennester steht). In Reihe mit den Grasmückennestern stehen auch die Nester des Karmingimpels und des Hämpflings, die beide ausgesprochen südliche Arten sind. Beim Karmingimpel muss die schlechte Wärmeisolation besonders nachteilig sein, weil er oft recht hoch über dem Boden baut. Das Nest des Spötters (*Hippolais*), das auch gewöhnlich recht hoch in der Baumschicht angelegt ist, hat dagegen durch die Verwendung wolleartiger Baumaterialien eine recht gute Wärmeisolation erhalten. Sehr auffallend ist ferner auch, wie viel besser das Nest von *Acrocephalus schoenobaenus* ist, mit den übrigen Sängernestern verglichen. Dank der dichten Bauart des Nestes dieser Art ist der Quotient W/O (Wärmeverlust pro Körpergrösse) nicht ungünstiger als bei den übrigen untersuchten Sängern. Die Art ist bekanntlich die einzige frei über dem Boden bauende Sylvidenart, die noch am Eismeer brütet; diese nördliche Verbreitung dürfte ohne Zweifel eine ihrer Voraussetzungen gerade in der effektiven Nestbauart haben.

Der Unterschied zwischen den beiden Finkenarten (*Fringilla*

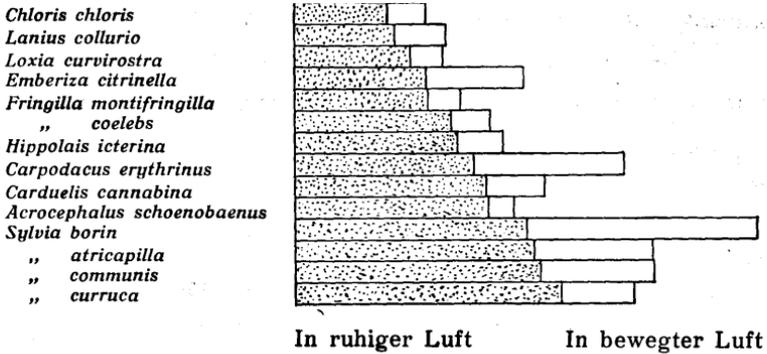


Abb. 2. Relativer Wärmeverlust (W/O) durch die Nestwandung.

coelebs und *montifringilla*) ist zwar nicht sehr gross, aber dennoch ganz typisch. (Es muss erwähnt werden, dass Nest Nr. IV von *montifringilla* ganz ungewöhnlich schlecht und wohl nicht in ursprünglicher Verfassung erhalten war; Einsammlungsjahr 1867.) Es liegt somit nahe zu vermuten, dass dieser Faktor den südlicheren Verlauf der Nordgrenze beim Buchfinken mitbedingt.

Eine vollständige Korrelation zwischen der Wärmeisolerungskapazität der Nester und der Verbreitung der Vögel ist selbstverständlich nicht zu erwarten, schon weil viele Arten aus ausbreitungsgeschichtlichen und anderen Gründen nicht eine klimatisch bedingte Verbreitungsgrenze erreicht haben. Unter den am besten wärmeisolierten finden wir so die Nester von *Lanius collurio* und *Chloris chloris*, von denen besonders der Würger ein ausgesprochen südliches Faunenelement repräsentiert.

Die bei unseren Untersuchungen verwendete Messmethodik ermöglicht keinen direkten Vergleich mit den nach technischen Standardmethoden bestimmten Wärmeisolerungskapazitäten verschiedener Stoffe. Um den hier gegebenen Zahlen einen mehr „greifbaren“ Inhalt zu geben sei erwähnt, dass als der Glaskolben mit 5-fachen Schichten von dicker Flanelle bekleidet wurde (in Form von Halbkugelschalen, künstlichen „Nestern“ entsprechend), die Zeit für die Temperaturabnahme von 40—39° 385 Sekunden betrug.

