



Title	ÜBER DEN GASWECHSEL UND WÄRMEREGULATION BEI EINEM KLEINEN SINGVOGEL
Author(s)	Gentaro, Goto
Citation	札幌博物学会会報, 13(3), 355-358
Issue Date	1934-06-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/64083
Type	journal article
File Information	Vol.13No.3_044.pdf



ÜBER DEN GASWECHSEL UND WÄRMEREGULATION BEI EINEM KLEINEN SINGVOGEL.*

VON

GENTARO GOTO

(後 藤 源 太 郎)

Bekanntlich zeigt die Wärmebildung bei den grösseren Vogelarten z. B. Gans, Ente, Huhn usw. wenn man sie auf die Einheit der Körperoberfläche berechnet, fast gleiche Werte wie bei den Säugetieren, während sich dagegen bei den kleineren Vogelarten wesentlich höhere Umsatzzahlen pro Flächeneinheit ergeben. GROEBBELS (1919) war der erste, der mit kleinen Vögeln sich beschäftigt hat, doch hat er nur kurz davon einen Begriff gegeben. Um weiter genaueres darüber zu finden, habe ich einen Versuch ausgeführt, der die Menge des Gaswechsels bei einem kleinen japanischen Vogel, Jûshimatsu (*Uroloncha domestica* FLOWER) bestimmen sollte. Jedoch ist der Grundumsatz, besonders bei einem kleinen Vogel im allgemeinen sehr schwer festzustellen, da dieser sich sowohl im Hungerzustand als auch in der Muskelruhe schwer halten lässt. Zum Glück aber blieben die Vögel in diesem Fall verhältnismässig ruhig, ohne zu fliegen oder zu singen.

Der Respirationsapparat wurde nach demselben Prinzip konstruiert wie derjenige, der von mir (1934) für den Versuch beim Salamander verwendet wurde. Der Hauptteil des Apparats besteht aus einem Atmungskabinett und damit sich verbindendem Ventil, deren Volumina jedes für sich 3340,8 bzw. 39,2 ccm sind. Das Atmungskabinett wird in einen Wasserthermostat versenkt und die Luft des Ventils wird vor und nach dem Experiment mit dem Haldane-Gasanalysenapparat analysiert. Die Versuchszeitdauer betrug meistens 30 Minuten. Das Volumen des Versuchstieres war empirisch als $1,27 \times$ Tiergewicht (g) bestimmt.

Gaswechsel im Ruhezustand. In der Tabelle I werden die Ergebnisse der Experimente gegeben, indem die aus der Gaswechselmenge nach der ZUNTZschen Tabelle über kalorischen Wert berechneten Werte der Wärmeproduktion hinzugefügt werden.

* Contribution No. 71 from the Zool. Inst. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.

[Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc., Vol. XIII, Pt. 3, 1934]

Tabelle 1. Gaswechsel und Energieumsatz von Jûshimatsu bei 20,5°C. O₂ Verbrauch und CO₂-Abgabe in ccm, Wärmeproduktion in Kal. pro 24 Stunden.

Geschl.	Gew. (gr.)	Gasmenge pro Tier u. 30 Min.		Gasmenge pro Kg. u. St.		R.Q.	Wärmeproduktion	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂		pro Kg.	pro qm.
♂	14.0	65.56	48.75	9365.5	6964.1	0.74	1062	2451
♀	13.4	78.35	52.13	11695.2	7777.7	0.66	1299	2954
♂	13.2	63.93	50.47	9687.1	7647.7	0.79	1113	2517
♂	14.1	80.68	60.51	11444.0	8584.0	0.75	1301	3009
♂	14.6	68.24	61.52	9348.0	8427.0	0.90	1105	2584
durchschn.	13.8	71.35	54.67	10307.9	7880.1	0.77	1176	2703

Also nimmt ein Vogel von 13,8 gr. Körpergewicht in 30 Minuten 71,35 ccm Sauerstoff auf und gibt 54,67 ccm Kohlendioxyd ab. Der so erworbene Wert, umberechnet in Kalorienwert pro Kilogramm und 24 Stunden ergibt sich als 1176. Daraus folgt die Quantität der Energieproduktion pro Quadratmeter Körperoberfläche und 24 Stunden als 2703 Kal.¹⁾

Einfluss der Umgebungstemperatur. Wie bekannt, reagierten die Homoiothermen gegen sinkende Aussentemperatur mit ansteigendem Gaswechsel, um die Körpertemperatur konstant zu halten, und zwar wird nach GROEBBELS (1919) diese Regulation bei kleinen Vögeln ausgezeichnet ausgeübt. Die Resultate bei verschiedenen Temperaturen wurden in der Tabelle 2 gegeben und wieder in der Abb. 1 graphisch dargestellt.

Tabelle 2. Einfluss der Aussentemperatur. ♂, 11,5 gr.

Temp. in °C	pro Tier u. 30 Min.		pro Kg. u. St.		R.Q.
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	
11.5	57.22	50.49	9951.3	8782.5	0.88
16.0	48.81	43.76	8488.0	7610.0	0.89
20.0	37.03	37.03	6439.3	6439.3	1.00
24.0	34.33	34.33	5971.0	5971.0	1.00
29.0	30.39	37.03	5286.0	6439.3	1.22
35.0	23.56	33.66	4098.0	5854.0	1.43

1) Für die Berechnung der Oberfläche (O) aus dem Gewicht (g) benutzt man die Formel: $O = K \sqrt[3]{g^2}$. Die Konstante K für den Vogel ist 10,45.

Aus den Zahlen in dieser Tabelle ergeben sich die folgenden Tatsachen: erstens dass der O_2 -Verbrauch beim Abstieg der Temperatur bis $11,5^\circ C$ beträchtlich zunimmt; in dem Temperatur-Intervall von $11,5^\circ C$ bis $20^\circ C$ vermindert sich der O_2 -Verbrauch um 40 Proz. pro $10^\circ C$, indessen von $20^\circ C$ bis $35^\circ C$ um 24 Proz. pro $10^\circ C$. Es ist daher klar, dass die chemische Wärmeregulation bei niedrigen Aussentemperaturen lebhafter ist. Zweitens ist es bedeutend, dass der respiratorische Quotient mit ansteigender Temperatur auffallend zunimmt, indem er bei $29^\circ C$ 1,22 ist, während er bei $35^\circ C$ 1,43 beiträgt.

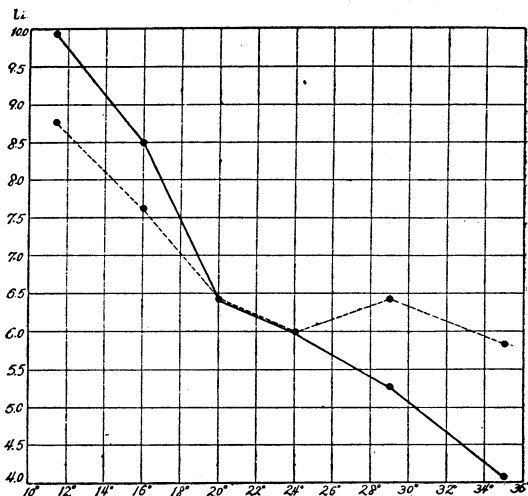


Abb. 1 ————— Sauerstoff
----- Kohlendioxyd

Die Körpertemperaturen haben bei kleinen Vögeln besonders grosse Tagesschwankungen, indem sie bei der Ruhe gegen Mitternacht absteigen. Es scheint, dass diese Tagesschwankungen in Zusammenhang mit der Muskelbewegung stehen. Wir können einen sofortigen bedeutenden Abstieg der Körpertemperatur finden, wenn wir diese messen indem wir einen Vogel in der Hand halten. In der Tat sinkt die Körpertemperatur z.B. von $42^\circ C$ bis $37,7^\circ C$ in 12 Minuten oder bis $38,5^\circ C$ in 14 Minuten in Zimmertemperatur von $18,5^\circ C$, wie Abb. 2 zeigt.

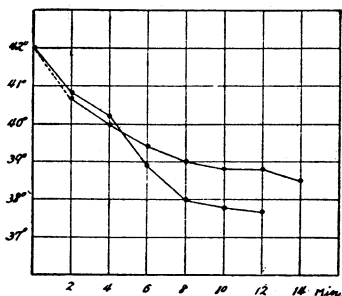


Abb. 2

Schlussbetrachtung. Wie schon von GROEBBELS (1919) gezeigt wird, bilden die kleine Vögel eine Ausnahme von dem RUBNERSchen Oberflächengesetz. Eine Hausmaus von 13 gr. produziert 75,4 ccm CO_2 pro Kilogramm und Minute (Loewy 1926), d. i. also ungefähr die Hälfte des von Jūshimatsu produzierten CO_2 . Als die Wärmeproduktion für 1 Quadratmeter Körperoberfläche fand VOIT (1901) bei Gans 967 Kal. und bei Huhn 943 Kal., während HÁRI (1917, 1918) bei Gans 682-1038 Kal. und bei Ente 735-935 Kal. erhielt. So ist die von diesen Vögeln produzierten Wärmemenge auf jeden Fall kleiner als die Hälfte der Kalorien von Jūshimatsu. In dieser Beziehung stimmen die von

GROEBBELS gegeben Werte für Buchfink und Kanalienvogel mit meinem Fall völlig überein. Die Körpertemperatur von Gans, Huhn und Ente ist $41,3^{\circ}$, bzw. $42,0^{\circ}\text{C}$ und $42,1^{\circ}\text{C}$ (KANITZ, 1926), gleicht also der des Jûshimatsu. Was die Atmungsfrequenz betrifft, so zeigt Jûshimatsu 132-186 pro Minute, während sie bei Huhn 24 und Hausente 16 ist (STÜBEL, 1910). Mit Berücksichtigung der in Abb. 1 und 2 gezeigten Tastsache und der Atemfrequenz, können wir schliessen, dass die grosse Wärmeproduktion des Jûshimatsu zum grössten Teil mit der Muskelbewegung oder dem Muskelzittern, in anderen Worten mit der hoch entwickelten chemischen Wärmeregulation zusammenhängt.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. INUKAI für die Leitung und Unterstützung dieser Arbeit meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

(Aus dem Zoologischen Institut
der Universität zu Sapporo)

Literaturverzeichnis

- GOTO, G.: Ueber die Hautatmung bei dem Salamander. Journ. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser. 6, Zool. Vol. 2 1934.
- GROEBBELS, F.: Experimentelle Untersuchungen über den Gaswechsel der Vögel. Zeitschr. f. Biol. Bd. 70. S. 477-504. 1919.
- HÄRI, P.: Beiträge zum Stoff- und Energieumsatz der Vögel. Biochem. Zeitschr. Bd. 78, S. 313-348. 1917.
- DERS und A. KRIWUSCHA,: Weiter Beiträge zum Stoff- und Energieumsatz der Vögel. ebenda, Bd. 88, S. 345-362. 1918.
- KANITZ: Körper-Temperaturen der Tiere. Tabulae Biologicae Bd. 1, 1925; S. 371-391.
- LOEWY, A.: Gas- und Energie-Wechsel. ebenda, Bd. 3, S. 461-513. 1926.
- STÜBEL, H.: Beiträge zur Kenntnis der Physiologie des Blutkreislaufes bei verschiedenen Vogelarten. Pflügers Arch. Bd. 135, S. 249. 1910.