

## Regulation der Temperatur in Waldameisen-Nestern (*Formica polyctena* Förster)

Temperature Regulation in Wood Ant Nests (*Formica polyctena* Förster)

K. Horstmann

Zoologisches Institut der Universität, Röntgenring 10, D-8700 Würzburg

Z. Naturforsch. **38 c**, 508–510 (1983);  
eingegangen am 17. Februar 1983

*Formica polyctena*, Heating, Temperature Regulation

The interior of wood ant nests (Hymenoptera, Formicidae, *Formica polyctena* Förster) and artificial piles of nest material has been heated with heating wires in the field. In the artificial piles a heating power of 1–5 Watt is sufficient to cause a temperature increase equivalent to that caused by ants in their nests without additional heating. Whereas in artificial piles temperatures increase with increasing heating power, the ants prevent temperatures to exceed 34.6 degrees C in their natural nests, even if these are heated with a power of more than 20 Watt.

In volksstarken Nestern der Waldameisen (*Formica rufa*-Gruppe) liegen die Temperaturen während der Aktivitätszeit der Ameisen (April–September) in der Regel in dem Bereich von 25–30 °C, etwa 10 °C über den Bodentemperaturen [1]. Diese Temperaturerhöhung ist zumindest teilweise auf die im Stoffwechsel der Ameisen entstehende Wärme zurückzuführen, denn bei einem Volk von 500 000 Arbeiterinnen werden im Sommerhalbjahr im Nest etwa 400 000 kJ Wärme frei; das entspricht einer Heizleistung von durchschnittlich 25 Watt [2]. Dazu kommt die im Stoffwechsel von Mikroorganismen erzeugte Wärme mit etwa der gleichen Größenordnung [3]. Von der so produzierten Wärme muß ein Verlust durch Verdunstungskälte in unbekannter Höhe abgezogen werden [1].

Um die im Freiland in Waldameisen-Nestern wirksame Netto-Heizleistung abschätzen zu können, wurden in je zwei bewohnte Nester und aus Nestmaterial aufgeschüttete leere Haufen (von etwa der gleichen Größe) vor Beginn der Aktivitätsperiode Heizdrahtspiralen [4] eingebaut, durch die das Nestzentrum mit 2–22 Watt Leistung geheizt werden konnte. In den Zentren der Heizdrahtspiralen, die bei den leeren Haufen 15–25 cm, bei den bewohnten Nestern 25 cm unter der Nest-

kuppel-Oberfläche lagen, wurden die Temperaturen mit Hilfe des Stechfühlers eines Sekundenthermometers (Fa. Technotherm) gemessen, der in fest installierte Kunststoffröhren eingeführt wurde, um die Ameisen während der Aufheiz-Versuche möglichst wenig zu stören. Außerhalb von Aufheiz-Versuchen waren die Wärmezentren der Nester bis zu 20 cm von den Zentren der Heizdrahtspiralen entfernt und wurden mit dem Stechfühler jeweils aufgesucht. Während der Versuchszeit waren die Nester ständig beschattet.

Die Temperatur im Zentrum der leeren Haufen erreichte ohne Zusatzheizung im Sommer (Juni–Juli) Werte zwischen 14,5 und 20,5 °C. In bewohnten Nestern lagen die Temperaturen des Wärmezentrums im Sommer bei dem schwächeren Nest 25 (etwa 110 000 Arbeiterinnen; [2]) zwischen 20,5 und 25,0 °C, bei dem volksstarken Nest 15 (etwa 490 000 Arbeiterinnen) zwischen 25,5 und 27,5 °C. Diese Messungen wurden bei kühlem Wetter durchgeführt, wenn die Lufttemperaturen niedriger waren als die Temperaturen des Nestzentrums, da andernfalls die wärmste Stelle der Nestkuppel an der Oberfläche liegt [1, 5]. Bei Vergleichsmessungen an verschiedenen Tagen konnte zwischen den Temperaturen im Zentrum der leeren Haufen und denen im Wärmezentrum von Nest 15 kein Zusammenhang festgestellt werden [6]. Die Temperaturdifferenz zwischen leeren Haufen und bewohnten Nestern war in Perioden mit niedrigen Umgebungstemperaturen am größten. Sie betrug dann bei Nest 25 4,2–5,9 °C, bei Nest 15 9,1–11,0 °C (je drei Wertepaare ermittelt).

Nach Einschalten der künstlichen Heizung stieg die Temperatur im Zentrum der Heizdrahtspirale bei allen Versuchen im Verlauf von 3–8 h bis zum Erreichen einer neuen Gleichgewichtstemperatur an (Abb. 1). Dabei hing in den leeren Haufen das Ausmaß der Temperaturerhöhung von der Heizleistung ab, bei starker Streuung der Einzelergebnisse (Abb. 2). Man kann abschätzen, daß in den leeren Haufen eine Heizung von 1–2 beziehungsweise 3–5 Watt ausreichte, um die Temperaturerhöhung zu erzielen, die bei den bewohnten Nestern 25 und 15 von den Ameisen allein bewirkt wurde [7], daß also die Netto-Heizleistung in den untersuchten Waldameisen-Nestern in der Größenordnung von 1–5 Watt lag.

Während zu Beginn eines Aufheiz-Versuchs die Temperaturen in den bewohnten Nestern immer

Sonderdruckanforderungen an Dr. K. Horstmann.

0341-0382/83/0500-0508 \$ 01.30/0



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

höher waren als in den leeren Haufen, lagen sie am Ende, nach Erreichen der neuen Gleichgewichtstemperaturen, in den meisten Fällen niedriger als dort (Abb. 1 und 2) (dieser Unterschied bei einer Heizleistung von mehr als 20 Watt signifikant; t-Test,  $P = 0,05$ ). Nur bei einer schwachen Zusatzheizung, etwa in Höhe der oben abgeschätzten Netto-Heizung der Ameisen, ließ sich kein deutlicher Unterschied erkennen. In den bewohnten Nestern konnte durch eine Steigerung der Leistung der künstlichen Heizung über 7,9 Watt hinaus (bis 22 Watt) keine weitere Erhöhung der Temperatur (über  $34,6^{\circ}\text{C}$ ) mehr erreicht werden (Abb. 2). Schließlich war bei Versuchen mit hoher Heizleistung (mindestens 14 Watt) die Streuung der Gleichgewichtstemperaturen bei bewohnten Nestern signifikant (F-Test,  $P = 0,01$ ) niedriger als bei leeren Haufen. Nach diesen Versuchen sind die Waldameisen in der Lage, das Ansteigen der Temperaturen des Wärmezentrums über einen Grenzwert hinaus auch dann zu verhindern, wenn die Leistung einer künstlichen Zusatzheizung mehr

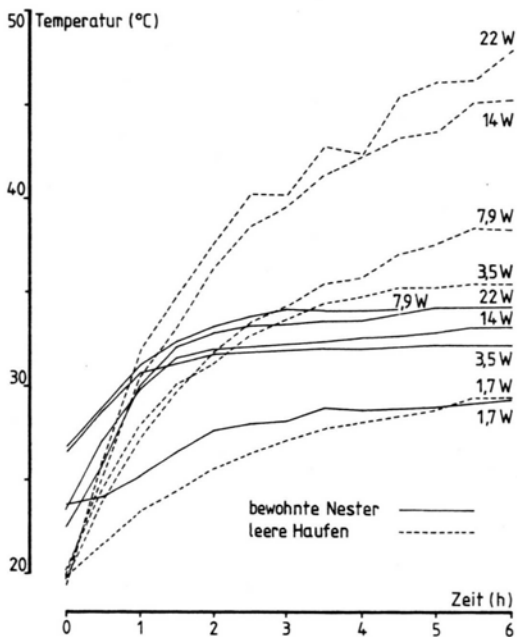


Abb. 1. Temperaturverlauf in bewohnten Waldameisen-Nestern und leeren Haufen aus Nestmaterial nach Einschalten einer Zusatzheizung (deren Leistung in Watt angegeben). Je 5 Beispiele aus der Zeit vom 15.–29. 7. 1982.

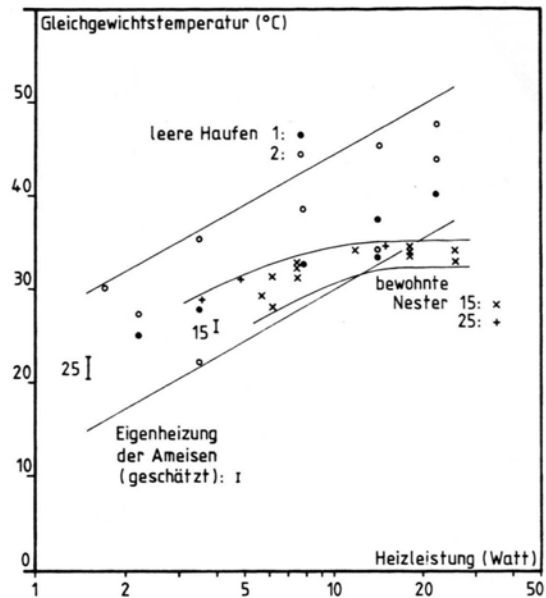


Abb. 2. Gleichgewichtstemperaturen in bewohnten Waldameisen-Nestern und leeren Haufen aus Nestmaterial 3–8 h nach dem Einschalten einer Zusatzheizung, in Abhängigkeit von der Heizleistung (bei bewohnten Nestern unter Berücksichtigung der Netto-Heizleistung der Ameisen: 1,5 Watt bei Nest 25, 4 Watt bei Nest 15; vgl. Text). Geschätzte Begrenzungslinien der beiden Punktmengen eingetragen. Zusammenhang zwischen der Eigenheizung der Ameisen in bewohnten Nestern (Leistung 1,5 beziehungsweise 4 Watt) und den bei mehreren Kontrollen ohne Zusatzheizung gemessenen Nesttemperaturen ebenfalls angegeben.

als das Vierfache der natürlichen Netto-Heizleistung beträgt.

Als einziger kurzfristig wirksamer Mechanismus der Waldameisen zur Regulation des Nestklimas wird das Öffnen oder Schließen von Nestkuppel-Öffnungen genannt [1]. Ein Vergrößern der Nestkuppel-Öffnungen konnte aber bei keinem der durchgeführten Aufheiz-Versuche von 6–8 h Dauer beobachtet werden. Nach Versuchen mit Temperaturorgeln [1, 8] und Beobachtungsnestern im Labor [9] kann man annehmen, daß die Waldameisen ihre Puppen und einen Teil der Arbeiterinnen (und damit Wärmequellen) aus Nestbereichen entfernen, wenn die Temperatur dort  $30\text{--}32^{\circ}\text{C}$  übersteigt. Ob eine solche Reduktion der Heizleistung ausreicht, um die beobachteten Phänomene zu erklären, ist noch nicht bekannt.

- [1] G. Kneitz, Dissertation, Würzburg 1964; dort Diskussion der älteren Literatur.
- [2] Ermittelt nach K. Horstmann, *Ins. Soc.* **29**, 402 (1982); dort weitere Angaben zu den untersuchten Waldameisen-Nestern.
- [3] D. Coenen-Staß, B. Schaarschmidt u. I. Lamprecht, *Ecology* **61**, 238 (1980).
- [4] Durchmesser der zylinderförmigen, über einen Kunststoffrahmen gewickelten Heizdrahtspiralen 30 cm, Höhe 15 cm, Widerstand 3,5  $\Omega$ , Energiequelle Bleiakкумуляtor (12 V).
- [5] G. Kneitz, *Proc. VI. Congr. IUSSI (Bern)*, 95 (1969).
- [6] Von Nest 25 wanderten die Ameisen im Juni teilweise ab, weshalb einige Fragestellungen nicht weiter bearbeitet werden konnten.
- [7] Es wird hier nicht unterschieden, ob die Waldameisen durch ihren eigenen Stoffwechsel heizen oder ob sie die Aktivität von Mikroorganismen anregen [3].
- [8] G. Kneitz, *Ins. Soc.* **13**, 285 (1966).
- [9] K. Horstmann, *Mitt. dtsh. ent. Ges.* **35**, 91 (1976).