

Freilandökologische Untersuchungen an der Gastameise *Formicoxenus nitidulus* (NYLANDER, 1846) unter besonderer Berücksichtigung der Nesttemperatur (Hymenoptera: Formicidae)

Silvester Ölzant

Abstract

Ecological field investigations of the guest ant *Formicoxenus nitidulus* (NYLANDER 1846), with emphasis on nest temperature (Hymenoptera: Formicidae). - *Formicoxenus nitidulus* lives as a xenobiont with the mound-building wood ants *Formica polyctena*, *F. rufa*, *F. pratensis*, *F. truncorum*, *F. lugubris*, *F. paralugubris*, *F. aquilonia* and *F. exsecta*. Their distribution ranges from Norway to Greece and from the Scottish Hebrides to Eastern Siberia. It has been hypothesised that *F. nitidulus* selects wood ant mounds with higher and more balanced nesttemperatures. However, *F. nitidulus* does not take advantage of all potential host-nests. This leads to the question which criteria must be fulfilled in order to make the survival of *F. nitidulus* possible. Moreover, it has been stated that the presence of *F. nitidulus* indicates a good physical condition of its host population and can therefore be used as an indicator of good health of an wood ant population. The results presented in this study support this hypothesis to a large extend. It could be shown that *F. nitidulus* prefers larger and more evenly built host nests. Additionally, these nests show a higher mean temperature throughout each month than those which are not inhabited by *F. nitidulus*. In contrast, the results did not confirm that *Formica*-nests without *F. nitidulus* are in a bad physical condition. However, if an inhabited *Formica* nest is abandoned by the *F. nitidulus* colony, then it can be assumed that either changing environmental conditions or a weakened host population are responsible for a deterioration inside the nest. The exodus of the guest ant could therefore be a first indication for the beginning of a deterioration of the host ant's living condition. This study also shows that nest temperatures alone are not responsible for the absence of *F. nitidulus*. Also nest material of *Formica*-nests has been found to be crucial. All nests without a *F. nitidulus* colony, were composed of significantly coarser nest material. It is concluded that in addition to nest temperature, the material from which nests are constructed is a significant factor for the occurrence of *F. nitidulus* in a host nest.

Key words: *Formicoxenus nitidulus*, wood ants, nest temperatures, Pallmann-method, indicator, nest material, Lower Austria.

Einleitung

Die einzige echte Gastameise (Xenobiont) Europas, *Formicoxenus nitidulus* (NYLANDER, 1846) (Myrmicinae), lebt ausschließlich in den Nestern der streuhügelbauenden Vertreter der Gattung *Formica* (Formicinae). Es sind dies in niederen und mittleren Höhenlagen *Formica truncorum*, *F. pratensis*, *F. rufa*, *F. polyctena* und in höheren Lagen *F. lugubris* und *F. aquilonia*, vermutlich auch *F. paralugubris*. Weiters ist auch das Vorkommen bei *Formica* (*Coptoformica*) *exsecta* nachgewiesen (FRANCOEUR et al. 1985, BOER et al. 1995). Gemeldete Vorkommen bei *F. (Serviformica) fusca*, *Polyergus rufescens* und *F. (Raptiformica) sanguinea* sind falsch oder fraglich (DIETRICH 1997).

Besonders auffallend bei *Formicoxenus* sind die extrem ergatoiden Männchen (Abb. 1) und die in Vielzahl auftretenden ergatogynen Übergangsfor-

men (STUMPER 1918). Die meisten Völker haben aber nur wenige, oder gar keine gynomorphen Individuen (BUSCHINGER & WINTER 1976). Das Sexualverhalten von *Formicoxenus nitidulus* weist gegenüber dem anderer Ameisenarten, unter anderem aufgrund der Flügellosigkeit der Männchen, eine Besonderheit auf: Die Kopula erfolgt, vorwiegend im Spätsommer (Mitte August bis Mitte September), stets an der Oberfläche des Waldameisenestes. Die Weibchen zeigen ein für Formicoxeninini typisches Locksterzel-Verhalten, indem sie die Gaster anheben und den Stachel ausstrecken, an dessen Spitze ein kleiner Sekrettröpfchen erscheint. Die Wirkung dieses Sexualpheromons auf die flügellosen Männchen reicht über eine Entfernung von etwa 15 cm. Flugversuche von geflügelten *Formicoxenus*-Weibchen konnten noch nie beobachtet werden (BUSCHINGER 1976a).

Innerhalb des Waldameisennestes lebt *F. nitidulus* in bis zu mehr als 50 kleinen Nestern mit 20 - 150 Individuen (SEIFERT 1996). Diese kleinen Nester können entweder kleine napfförmige Gebilde aus feinem Material, oder in Holz (Zapfen, Ästchen, zentraler Holzstrunk etc.) genagte Höhlen sein. Auch vorgegebene Hohlräume, wie Schneckenhäuser (STUMPER 1918) oder dickere Grashalme (STITZ 1939, FRANCOEUR & al. 1985) werden genutzt. Aufgrund dieser breiten Wirts- und Nestspektren, ist die Verbreitung von *F. nitidulus* eine viel weitere, als die der einzelnen *Formica*-Arten. Das Verbreitungsgebiet reicht von klimatischen Randlagen, wie den schottischen Hebriden (OWEN 1986) oder dem arktischen Nordeuropa, bis nach Spanien, Norditalien oder Griechenland (AGOSTI & COLLINGWOOD 1987, COLLINGWOOD 1979). Die östliche Verbreitungsgrenze bildet Ostsibirien (STITZ 1939). In Norwegen konnte *F. nitidulus* noch bis zum 70. Breitengrad nachgewiesen werden (FOREL 1910).

Die Art des Zusammenlebens von *F. nitidulus* mit den Wirten wird als Xenobiose (WHEELER 1910) bezeichnet. Darunter versteht man die obligatorische Nutzung des Nestbereiches einer anderen Ameisenart, unter Beibehaltung der eigenen, voll funktionsfähigen Arbeiterinnenkaste und eigener, von denen des Wirtes isolierter Nestkammern. Es handelt sich also nicht um gemischte Sozietäten, wie dies bei anderen Sozialparasiten der Fall ist

Durch den Aufenthalt im Inneren der Nester wird die Glänzende Gastameise von den makroklimatischen Umweltbedingungen weitgehend unabhängig und genießt zusätzlich den Schutz seiner wehrhaften Wirte. Schon WASMANN (1891) äußert die Vermutung, dass *F. nitidulus* die höhere und gleichmäßigere Temperatur im Inneren des Wirtsbaues nutzt. Seine Nahrung erwirbt *F. nitidulus* durch direktes Anbetteln seiner Wirte, indem er diese durch Bentrillern mit den Fühlern zur Freigabe eines Tropfens zu bewegen versucht, oder dadurch, dass er sich in den sozialen Nahrungsaustausch zwischen zwei Wirtstieren einschaltet, um einen Futtertropfen zu stehlen (STÄGER 1925).

Vorteile entstehen nach bisheriger Meinung für die Waldameisen aus diesem Beziehungsverhältnis keine, die Gegenwart von *Formicoxenus nitidulus* beeinträchtigt seine Wirte aber auch nicht. Vielmehr scheint der Gast ein Zeiger für den guten physischen Zustand seiner Wirte zu sein. Es gibt Hinweise dahingehend, dass die Abwanderung von *F. nitidulus* aus einem Waldameisenbestand ein erster Hinweis auf eine beginnende Verschlechterung der Umweltsituation für die Waldameisen ist (DIETRICH 1997). *F. nitidulus* wäre somit ein Indikator für den Gesundheitszustand eines Waldameisenbestandes.

Formicoxenus nitidulus nimmt nicht jedes beliebige Nest seiner Wirte an. Offenbar müssen bestimmte mikroklimatische Verhältnisse herrschen, bzw. aufrecht erhalten werden. Es stellt sich also die Frage nach den Vorlieben von *F. nitidulus* hinsichtlich seiner Wohnstätte. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Untersuchung ist deshalb die in diesem Zusammenhang erstmals durchgeführte Wärmesummenmessung nach Pallmann (PALLMANN et al. 1940).

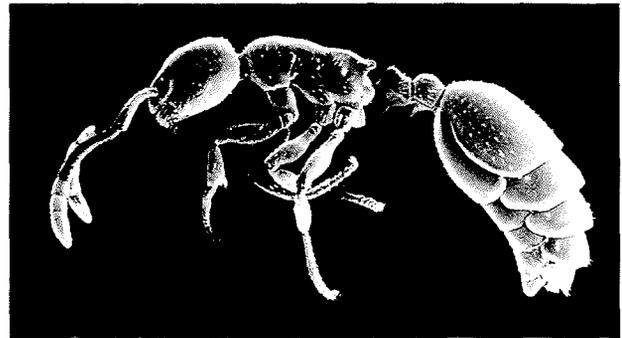
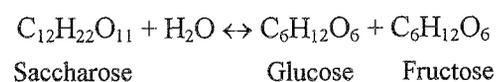


Abb. 1: REM-Aufnahme eines Männchen von *Formicoxenus nitidulus*.

Material und Methode

Alle untersuchten Waldgebiete liegen in Niederösterreich (Abb. 2). Insgesamt wurden 57 Waldameisennester untersucht; 22 davon regelmäßig (monatlich), die übrigen 35 Nester ein- bis zweimal. Im Gebiet um Waidhofen a.d. Thaya liegen 21 der 57 *Formica*-Nester, 13 im Dunkelsteinerwald, je 7 am Wechsel und am Kreuzberg, 5 in den Leiser Bergen und 3 bei den Lunzer Seen. Ein untersuchtes Nest liegt am Fuß des Kreuzberges, oberhalb von Payerbach. Die Höhenverteilung der *Formica*-Nester reichte von ca. 260 m über dem Meeresspiegel (Leiser Berge) bis ca. 1100 m (Wechsel und Kreuzberg). Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von Anfang Mai 1997 bis Ende September 1998. Von Oktober bis April wurden keine Untersuchungen vorgenommen. In den Monaten Mai bis September 1998 wurde das Hauptaugenmerk auf die Temperatursummenmessung nach Pallmann gelegt.

Temperatursummenmessung nach Pallmann: Eine relativ billige und doch sehr genaue Methode zur Bestimmung des Temperaturmittels einer längeren Messperiode ist die „Zuckerinversionsmethode“ nach Pallmann (PALLMANN et al. 1940). Saccharose geht in wässriger Lösung in ein Gleichgewicht mit Invertzucker (Glucose und Fructose) über.



Der optisch rechtsdrehende Rohrzucker hydrolysiert und bildet linksdrehenden Invertzucker. Je höher die Temperatur ist, desto rascher erfolgt die Inversion. Die Messung des Inversionsablaufes erfolgt mittels Polarimeter und beruht auf der unterschiedlich optischen Aktivität der Saccharose und des Invertzuckers. Diese beiden Komponenten besitzen nach Vorzeichen und Ausmaß stark unterschiedliche spezifische Drehung. Bei der Herstellung der Zucker-Pufferlösung wurde nach STEUBING & FANGMEIER (1992) vorgegangen.



Abb. 2: Karte von Niederösterreich. Die Pfeile markieren die Standorte der untersuchten *Formica*-Nester. Bei Waidhofen/Thaya, St. Pölten, Payerbach (Kreuzberg) und Mönichkirchen (Wechsel) liegen die mit der Pallmann-Methode untersuchten Nester.

Weitere gemessene und beschriebene Parameter: Bei jeder Untersuchung eines *Formica*-Nestes wurde zur Charakterisierung des Ameisenhügels eine Reihe von quantitativen und qualitativen Merkmalen bestimmt (in Anlehnung an DIETRICH 1997). Quantitative Merkmale: Seehöhe, Hangneigung (β), Hügelhöhe (h), Nestumfang (U), die Winkel der Flanken des Haufens (α), die Lufttemperatur während der Probennahme, die Momentantemperatur im Haufeninneren, der Bewuchs in Prozent der Oberfläche des Haufens (Schätzwert), bei 22 der 58 Nester die Mitteltemperaturen und bei 20 Nestern Materialproben jeweils aus dem Haufeninneren und von der Haufenoberfläche. Die Nestmaterialproben bestanden jeweils aus einer Handvoll Nestinhalt aus dem Haufeninneren (aus ca. 30 cm Tiefe) und von der Haufenoberfläche, die gemeinsam ausgewertet wurden. Zur Auswertung wurden das Material im

Trockenschrank getrocknet, in Fraktionen aufgeteilt und die einzelnen Fraktionen gewogen. Die Aufteilung erfolgte in folgende Fraktionen: Organisches und anorganisches Feinmaterial bis zur Größe einer Fichtennadel, organisches Grobmaterial (Ästchen, Föhrennadeln, Holz- und Rindenstücke) und Restmaterial (Harzklumpen, Kies- und Sandkörner) ab Stecknadelkopfgröße.

Die qualitativen Merkmale sind: Waldameisenart, Vorhandensein von Waldameisenbrut, das den Haufen umgebende Habitat und das Vorhandensein von *Formicoxenus nitidulus* sowohl im Haufeninneren, als auch auf der Haufenoberfläche.

Zum Nachweis von *F. nitidulus* und der Waldameisenbrut wurde mit der Hand aus dem Haufeninneren eine Probe entnommen, vorort durchsucht und das entnommene Material wieder retourniert. Durch die Schließung der entstandenen Öffnung wurde eine Beeinträchtigung des Haufens, bzw. des Waldameisenvolkes weitgehend vermieden.

Zur Habitatkategorisierung wurde die direkte Umgebung des Haufens im Umkreis von ca. 10 m beschrieben und photographisch dokumentiert.

Ergebnisse

Von den untersuchten Nestern stammten 26 von *Formica polyctena* FÖRSTER, 1850, 12 von *F. lugubris* ZETTERSTEDT, 1840, 10 von *F. rufa* LINNAEUS, 1758, 6 von *F. pratensis* RETZIUS, 1783 und 3 von *F. aquilonia* YARROW, 1955.

In 37 *Formica*-Nestern (64,9 %) konnte *Formicoxenus nitidulus* nachgewiesen werden. In vier Fällen wurde *Leptothorax acervorum* (FABRICIUS, 1793) zusätzlich zu *F. nitidulus* in den Monaten August und September auf *Formica*-Nestern gefunden (dreimal bei *F. polyctena* im Dunkelsteinerwald, einmal bei *F. rufa* am Kreuzberg).

Neun der 20 *Formica*-Nester in denen *Formicoxenus nitidulus* nicht gefunden wurde, sind sicher „*Formicoxenus*-frei“ (15,8 %). Diese Nester wurden mehrmals, in den meisten Fällen über beide Saisonen hinweg untersucht. Fünf weitere Nester enthielten mit großer Wahrscheinlichkeit keine *F. nitidulus*, weil sie in den Monaten August oder September untersucht wurden, wo die Chance, *Formicoxenus* an der Nestoberfläche zu sehen, im Gegensatz zu den Monaten Mai bis Juli, sehr groß ist. In den übrigen 6 Fällen kann aufgrund einer nur ein- oder zweimaligen Beprobung in den Monaten Mai bis Juli nicht eindeutig bestimmt werden, ob sie *F. nitidulus* enthielten oder nicht.

Alle neun Nester, in denen mit Sicherheit keine Gastameise vorkam, gehörten zu *Formica lugubris*. Auch in allen anderen *F. lugubris*-Völkern konnte

Formicoxenus nitidulus nicht nachgewiesen werden. Bei den übrigen untersuchten *Formica*-Arten war *F. nitidulus* zu finden.

An der Haufenoberfläche konnte *Formicoxenus nitidulus* von Mitte Juli bis Mitte September beobachtet werden. Bei den Probenahmen aus dem Nestinneren wurde *F. nitidulus* zwar während der ganzen Saison gefunden, aber in geringerer Konstanz als Außen.

Im Tagesverlauf (Sommerzeit) folgt die Entdeckungswahrscheinlichkeit von *F. nitidulus* einer U-förmigen Kurve mit einem Minimum zur Mittagszeit, wobei dieser Kurvenverlauf für Funde an der Nestoberfläche deutlicher ausgeprägt ist (Abb. 3). Die Prozentanteile des Auffindens in Proben aus dem Nestinneren mit gesichertem *F. nitidulus*-Vorkommen liegen zwischen 32 % in der Zeit von 11⁰⁰ bis 13⁰⁰ und 46 % zwischen 9⁰⁰ und 11⁰⁰.

Die Prozentanteile der Funde an der Nestoberfläche liegen vor allem vormittags und am späten Nachmittag deutlich höher. Sie reichen von 32 % zur Mittagszeit (11⁰⁰ bis 13⁰⁰ Uhr) bis 70 % in der Zeit von 15⁰⁰ bis 18⁰⁰ Uhr.

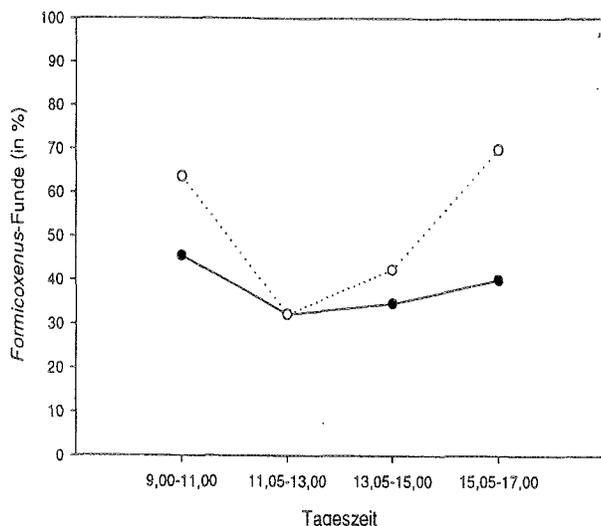


Abb. 3: Tagesverlauf des Auffindens von *Formicoxenus nitidulus* an der Nestoberfläche (außen = ○) und in Proben aus dem Nestinneren (innen = ●). Angaben in Prozentanteilen aller Untersuchungen an Nestern mit gesichertem *F. nitidulus*-Vorkommen.

Insgesamt konnten in 32,7 % aller Proben aus dem Nestinneren *Formica*-Puppen gefunden werden. Dabei zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen Nestern mit und solchen ohne *Formicoxenus nitidulus*. Das Auffinden von *F. nitidulus* in diesen Proben war nicht an das gleichzeitige Auftreten von *Formica*-Puppen gebunden.

Die Art des Habitats ließ keinen Zusammenhang mit dem Vorkommen oder Fehlen von *Formicoxe-*

nus nitidulus erkennen. Ebenso die Exposition zur Sonne. *F. nitidulus* kam sowohl in fast gänztägig beschatteten, als auch in stark sonnenexponierten *Formica*-Nestern vor.

Die Parameter Haufenhöhe, Flankenneigung, Hangneigung und Bewuchs haben keinen signifikanten Einfluss auf das Vorhandensein von *Formicoxenus nitidulus* (Tab. 1). Die Umfänge der *Formica*-Nester unterscheiden sich signifikant zwischen den beiden Gruppen, wobei die von Nestern mit *F. nitidulus* größer sind (einseitiger t-Test; $p < 0,05$).

Tab. 1: Extremwerte, Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (SD) und Irrtumswahrscheinlichkeit (p) der Parameter Hügelhöhe (h), Umfang (U), Flankenneigung (α), Hangneigung (β) und Bewuchs (B) der *Formica*-Nester mit ($n = 37$) und ohne ($n = 14$) *F. nitidulus*.

Formica-Nester		x_{\min}	x_{\max}	\bar{x}	SD	p
h in m	mit	0,25	1,2	0,6	0,25	n.s.
	ohne	0,2	0,85	0,53	0,2	
U in m	mit	2,6	12,6	5,44	2,25	<0,05
	ohne	2,9	6,3	4,45	1,32	
α in °	mit	25	58,3	45,1	7,7	n.s.
	ohne	25,3	58,3	44,3	11,1	
β in °	mit	0	40	7	10,5	n.s.
	ohne	0	30	5,7	9,4	
B in %	mit	0	90	11	19	n.s.
	ohne	0	25	8,6	8	

Um die zu erwartenden Zusammenhänge der Hügelparameter aufzuzeigen, wurden die Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet (Tab. 2). Die Nester mit *Formicoxenus nitidulus* weisen mehrere signifikante Korrelationen zwischen den Parametern auf. Nester ohne *F. nitidulus* korrelieren lediglich in der Beziehung Höhe / Umfang.

Tab. 2: Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman der Parameter Hügelhöhe (h), Hügelumfang (U), Flankenneigung (α), Hangneigung (β) und Bewuchs (B). Die obere Hälfte der Matrix beinhaltet die Korrelationskoeffizienten der *Formica*-Nester ohne *F. nitidulus* ($n = 14$), die untere Hälfte die der Nester mit *F. nitidulus* ($n = 37$). „n.s.“ = keine signifikante Korrelation ($p > 0,05$).

	h	U	α	β	B	
h	-	0,67	n.s.	n.s.	n.s.	Nester ohne <i>F. nitidulus</i>
U	0,89	-	n.s.	n.s.	n.s.	
α	0,54	n.s.	-	n.s.	n.s.	
β	-0,34	n.s.	n.s.	-	n.s.	
B	-0,45	-0,46	-0,35	n.s.	-	
	Nester mit <i>F. nitidulus</i>					

Die im weiteren beschriebenen Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die in der Saison Mai bis September 1998 gesammelten Daten.

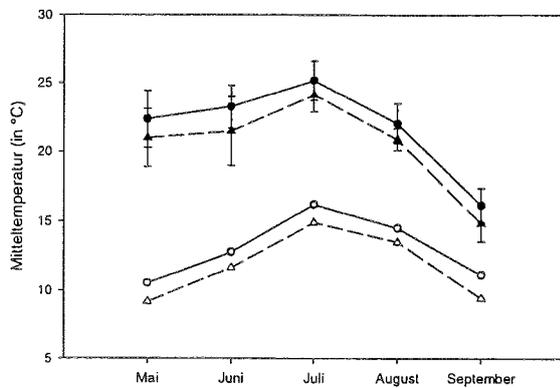


Abb. 4: Vergleich der durchschnittlichen Monatsmitteltemperaturen aller untersuchten Nester mit und ohne *Formicoxenus nitidulus*, sowie der Außentemperaturen. (▲ = ohne *F. nitidulus*; ● = mit *F. nitidulus*; △ = Außentemperatur, Nester mit *F. nitidulus*; ○ = Außentemperatur, Nester ohne *F. nitidulus*)

Siebzehn *Formica*-Nester wurden mittels Temperatursummenmessung nach Pallmann im Monatsintervall untersucht. Je vier Nester bei Waidhofen a.d. Thaya, im Dunkelsteinerwald und am Wechsel, fünf

am Kreuzberg. Sechs davon enthielten keine Gastameisen. Die Monatsmitteltemperaturen der Nester ohne *Formicoxenus nitidulus* liegen bei allen fünf Messintervallen unter jenen der mit *F. nitidulus*. Diese Temperaturunterschiede sind nicht signifikant (Abb. 4).

Über die ganze Saison gerechnet (die fünf Monatswerte gemittelt) zeigt sich dagegen ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Mann-Whitney-U-Test; $p < 0,05$). Die bei jedem Nest gemessenen Außentemperaturen folgen demselben Schema. Daraus ergibt sich eine fast völlige Übereinstimmung der, zwischen Außentemperatur und Innentemperatur errechneten Temperaturdifferenzen der beiden Gruppen.

Tab. 3 zeigt die Monatsmitteltemperaturen aller, mittels Pallmann-Methode untersuchten Nester. Die fehlenden Werte kamen durch den Verlust der vergrabenen, mit Zucker-Pufferlösung gefüllten Fläschchen zustande.

Tab. 3: Die Monatsmitteltemperaturen aller untersuchten Nester von Waldviertel (Wv), Dunkelsteinerwald (Dw), Kreuzberg (Kb) und Wechsel (We) mit den jeweiligen Nestnummern. „Innen“ bezeichnet die im Nestinneren gemessenen Temperaturen in °C, „Außen“ die außerhalb des Nestes gemessene Umgebungstemperatur.

	Mai		Juni		Juli		August		September	
	Innen	Außen	Innen	Außen	Innen	Außen	Innen	Außen	Innen	Außen
Wv 11	20,8	10,2	22,3	15,4	23,0	15,6	20,5	15,4	15,0	11,8
Wv 17	21,1	10,2	21,8	15,4	23,7	15,6	22,2	15,4	16,2	11,8
Wv 48	18,6	10,4	20,6	13,8	23,0	13,3	20,8	15,4	16,1	11,0
Wv 51	20,8	11,0	22,0	13,0	24,0	15,4	23,0	15,1	17,6	11,0
Dw 31	-	11,0	22,6	12,8	25,6	16,7	19,4	14,6	14,3	-
Dw 34	26,0	12,3	25,4	14,4	25,7	19,3	22,7	17,0	17,9	12,3
Dw 37	24,9	11,0	25,0	12,8	25,3	16,7	22,1	14,6	15,7	-
Dw 40	19,6	11,0	21,3	12,8	24,0	16,7	21,3	14,6	16,2	-
Kb 27	-	9,9	25,8	-	25,8	16,0	21,0	13,4	15,0	9,6
Kb 28	24,0	9,9	24,8	11,0	27,8	15,7	23,7	13,2	16,7	9,6
Kb 44	23,0	9,9	22,4	11,0	25,9	15,7	20,9	13,2	-	9,6
Kb 45	22,4	9,7	24,8	11,0	26,9	15,6	22,2	13,4	-	9,8
Kb 47	20,9	9,9	-	11,0	25,0	15,7	24,5	13,2	-	9,6
We 5	20,5	9,0	21,1	11,4	23,1	14,8	20,9	13,4	16,5	9,0
We 8	-	9,0	22,4	11,4	-	14,8	21,4	13,4	14,1	9,0
We 9	21,2	8,4	18,3	11,2	23,7	15,3	19,5	12,8	13,0	9,0
We 10	23,7	8,4	20,9	11,2	25,0	15,3	21,8	12,8	14,6	9,0

Besonders interessant ist der Vergleich zwischen den beiden Standorten Wechsel und Kreuzberg. Diese sind etwa 24 km voneinander entfernt. Sie befinden sich in der gleichen Höhenzone (1000-1100 mNN) und weisen durchaus vergleichbare Habitate auf (lockerer Fichtenaltbestand). In keinem einzigen *Formica*-Nest am Wechsel ($n = 7$; vier davon wurden mit der Pallmann-Methode untersucht) konnte *Formicoxenus nitidulus* nachge-

wiesen werden, während von den sechs Nestern am Kreuzberg fünf *F. nitidulus* enthielten (vier davon, sowie das Nest ohne *F. nitidulus* wurden mit der Pallmann-Methode untersucht). Das siebente Nest am Kreuzberg wurde bei der zweiten Untersuchung Anfang Juni völlig zerstört und verlassen vorgefunden und daher im Weiteren nicht mehr berücksichtigt.

Die Monatsmitteltemperaturen im Nest liegen bei diesen beiden Standorten deutlich weiter auseinander und zeigen in den Monaten Juni und Juli signifikante Unterschiede (Mann-Whitney-U-Test; $p < 0,05$), obwohl die Außentemperaturen fast völlig identisch sind (Abb. 5).

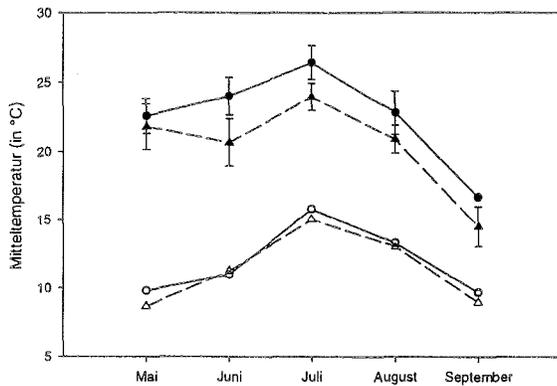


Abb. 5: Vergleich der durchschnittlichen Monatsmitteltemperaturen der Nester am Wechsel und am Kreuzberg, sowie deren Außentemperaturen. (▲ = Wechsel; ● = Kreuzberg; △ = Wechsel Außentemp.; ○ = Kreuzberg Außentemp.)

Die Temperaturdifferenzen weisen dementsprechend große Unterschiede auf. Am größten ist dieser Unterschied im Monat Juni (Mann-Whitney-U-Test; $p < 0,05$). Die *Formica*-Völker am Wechsel schaffen hier nur eine mittlere Differenz von $+9,4^{\circ}\text{C}$ gegenüber der Außentemperatur, während in den Nestern am Kreuzberg eine im Mittel um 13°C höhere Temperatur gegenüber der Umgebung gemessen werden konnte (Abb. 6). Das Nest Nr. 27 wurde gesondert eingezeichnet, da es zwar am Kreuzberg liegt, aber keine Gastameisen beherbergt.

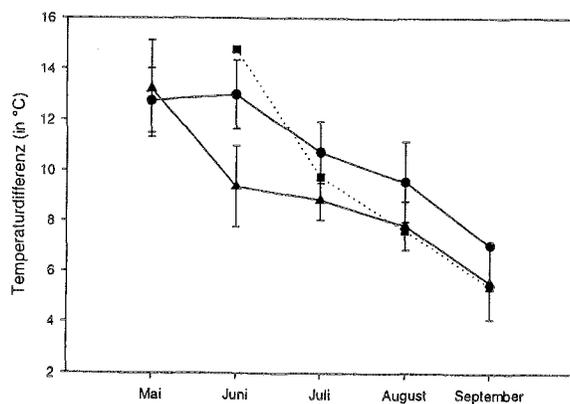


Abb. 6: Vergleich der durchschnittlichen Differenzen zwischen Nest- und Außentemperatur der Nester von Wechsel und Kreuzberg. Das Nest Nummer 27 vom Kreuzberg, wurde aufgrund seiner Sonderstellung separat behandelt (● = Kreuzberg; ▲ = Wechsel; ■ = Nest 27)

Von 19 *Formica*-Nestern wurden Materialproben gezogen. Nester ohne *Formicoxenus nitidulus* ($n = 6$) weisen einen wesentlich geringeren Anteil an Feinmaterial (t-Test; $p < 0,01$), dafür aber einen dementsprechend höheren an Grobmaterial (t-Test; $p < 0,01$) auf. Beim Restmaterial lässt sich kein signifikanter Unterschied feststellen (Tab. 4).

Die sechs Nester ohne *F. nitidulus* sind von *Formica lugubris*. Die 13 Nester mit *F. nitidulus* setzen sich aus *F. polyctena* ($n = 8$) und *F. rufa* ($n = 5$) zusammen.

Tab. 4: Nestmaterial der Nester mit und ohne *Formicoxenus nitidulus*, aufgeteilt in die Fraktionen Feinmaterial, Grobmaterial und Rest; Angaben in Prozent

	Fein	Grob	Rest
mit <i>F. nitidulus</i>	93,5	5,3	1,3
ohne <i>F. nitidulus</i>	66	31	3,1

Diskussion

Formicoxenus nitidulus gilt für gesamt Deutschland als gefährdet (SEIFERT 1998). ROHE (1990) schließt aufgrund seiner Untersuchungen über *F. nitidulus* in Rheinland-Pfalz und der Daten anderer Untersuchungen auf einen bundesweiten Rückgang der Art. Für Rheinland-Pfalz beschreibt er die Gefährdungssituation mit „vom Aussterben bedroht“. In 37 untersuchten *Formica polyctena*-Nestern konnte er die Art nur dreimal nachweisen. Die Daten der vorliegenden Arbeit vermitteln ein - zumindest für Niederösterreich - etwas anderes Bild. *F. nitidulus* konnte in fast 65 % aller untersuchten *Formica*-Nester gefunden werden.

Die jahreszeitliche Verteilung der Funde von *Formicoxenus nitidulus* an der Nestoberfläche entspricht den Erwartungen. Im Allgemeinen findet man ihn an der Oberfläche der Waldameisennester nur an wärmeren Tagen während der Schwärmzeit (August bis September). Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um ergatomorphe Männchen, die von den Arbeiterinnen kaum zu unterscheiden sind (Abb. 1) und einige geflügelte und ungeflügelte Weibchen (WHEELER 1910). Die ersten Beobachtungen von *F. nitidulus* auf der Haufenoberfläche innerhalb dieser Untersuchungen konnten Mitte Juli gemacht werden, die letzten Ende September. Vor allem im Zeitraum von Mitte August bis Mitte September konnten bei den meisten Untersuchungen an Nestern mit *F. nitidulus*-Befall diese an der Nestoberfläche gesehen werden. Im Vergleich dazu waren die Proben aus dem Nestinneren wenig ergiebig. Eine Suche der Gastameise sollte sich also auf die Monate August und September beschränken, da dadurch eine Probennahme aus dem Nestinneren

und somit eine Beeinträchtigung des *Formica*-Nestes überflüssig wird.

Als aktivste Tageszeiten der Gastameise haben sich der frühe Vormittag, sowie der Nachmittag herausgestellt (Abb. 3), was mit der starken Sonneneinstrahlung und großen Hitzeentwicklung an der Nestoberfläche zur Mittagszeit zu erklären ist.

Im Unterschied zu DIETRICH (1997) lässt sich bei der vorliegenden Untersuchung keine Korrelation zwischen dem Auffinden von *Formicoxenus nitidulus* in Proben aus dem Haufeninneren und dem Vorkommen von *Formica*-Puppen feststellen. Waldameisen lagern jedes Entwicklungsstadium ihrer Brut gemäß seinen spezifischen Ansprüchen an den Klimahaushalt. So werden auch die Puppen, abhängig vom jeweils herrschenden Habitatklima und der Sonneneinstrahlung, an unterschiedlichen Orten im Nest gelagert (GÖSSWALD 1989). DIETRICH (1997) führte seine Beprobungen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen Anfang August bei gleicher Witterung durch. Die Puppen waren vermutlich in vergleichbaren Nestbereichen gelagert. Dies könnte der Grund dafür sein, dass er einen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von *Formica*-Puppen und dem Auftreten von *F. nitidulus* fand. Die vorliegende Untersuchung erstreckte sich über eine ganze Saison. Eine Korrelation zwischen diesen beiden Parametern kam daher nicht zustande. Es bedarf einer standardisierten Untersuchung dieses Parameters, um ihn als mögliches Indiz für die Hypothese, dass die Gastameise nur bei ökologisch intakten Waldameisenvölkern vorkommt, heranzuziehen.

Die Nestkuppel dient den Waldameisen (*Formica* s.str. *Coptoformica*) in erster Linie als Wärmekollektor, Wärmespeicher und Behältnis hoher Luftfeuchtigkeit (KNEITZ 1964). Aufgrund der steilen Flanken können, vor allem in der Früh und am Abend, mehr Sonnenstrahlen absorbiert werden. Die Nestarchitektur ist stark an die Umweltbedingungen angepasst. In kühleren, schattigen Habitaten sind die Haufen höher, mit steilen Flanken. An sonnenexponierten Stellen sind sie meist sehr flach. Sowohl der Wärme- als auch der Feuchtigkeitsgradient, der innerhalb der Kuppel herrscht, ist von großer Bedeutung für die Aufzucht der Brut (GÖSSWALD 1989). Die Ameisen haben so die Möglichkeit zur Auswahl der Optimalverhältnisse für deren verschiedenen Entwicklungsstadien. Waldameisen stecken daher einen großen Teil ihrer Energie in die funktionierende Thermoregulation, die Instandhaltung sowie Erweiterung der Nestkuppel. Durch Verengen oder Erweitern der Nesteingänge und das Umschichten von Nestmaterial, können Waldameisen auch direkt auf die Thermoregu-

lation in ihrem Nest Einfluss nehmen. Die Nestkuppel selbst kann als ein dynamisches System bezeichnet werden. Sie wird bis zu einer gewissen art- und standortspezifischen Grenze vergrößert und im Inneren ständig umgebaut. Größere und sperrige Baumaterialien häufen sich dadurch im Inneren an, während sich die Nesthülle vorwiegend aus feinem Material zusammensetzt. Diese feinstrukturierte Nesthülle ist eine gute Isolation gegen das Eindringen von Regenwasser. Das Grobmaterial im Inneren verhindert die Bildung von Staunässe und fördert eine gute Durchlüftung. Im Nestkuppelzentrum liegt während der sommerlichen Aktivität der Ameisen, bei nicht unmittelbarer Sonneneinstrahlung die Temperatur im Durchschnitt um ca. 10°C über jener der benachbarten Erdzone und der Lufttemperatur (KNEITZ 1964). In den Frühjahrsmonaten können die Differenzen zwischen Innen- und Luft- bzw. Bodentemperatur viel größer sein, im Herbst sinken sie ab. Beim verwendeten Nestmaterial sind die Waldameisen sehr anpassungsfähig. Koniferennadeln werden bevorzugt, weiters werden auch gerne Astteilchen, abgefallene Knospenschuppen oder zerbissenes trockenes Laub verwendet. Vor allem Gebirgswaldameisen zeigen eine Vorliebe für Harzteilchen. Einerseits haben diese Baumharze im Nest wohl eine stabilisierende Wirkung durch Verkleben der Baumaterialien, andererseits auch eine antibakterielle und antifungizide (GÖSSWALD 1989).

Zum Nestwärmehaushalt bei Waldameisen gibt es von KNEITZ (1964) genaue Untersuchungen und eine umfangreiche Literaturzusammenfassung. Er kam zu dem Schluss, dass schwachbevölkerte Staaten keinen eigenen Wärmehaushalt aufbauen können, wohingegen im Verhältnis zur Nestgröße individuenreiche Staaten über einen solchen sehr wohl verfügen. Weiters fand KNEITZ (1964) heraus, daß es kleinen *Formica*-Nestern mit weniger als 90-100 cm Kuppeldurchmesser nicht gelingt, während der ersten Frühjahrsmonate Nestwärme zu speichern.

Dass *Formicoxenus nitidulus* bei der Wahl seines Wirtsnestes solche mit signifikant größerem Umfang bevorzugt, ist ein Indiz für eine gewisse thermische Stabilität, welche für das Wohlbefinden dieser Ameisen notwendig ist. Die übrigen Hügelparameter (Haufenhöhe, Flankenneigung, Hangneigung und Bewuchs) haben zwar keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen von *F. nitidulus* (Tab. 1), die Korrelationen zwischen den einzelnen Parametern sind jedoch bei den Nestern mit der Gastameise viel deutlicher ausgeprägt (Tab. 2). Es ist anzunehmen, dass „optimale“ Nester bezüglich der einzelnen Nestparameter stärkere Korrelationen

aufweisen, als „suboptimale“ Nester. Diese Ansicht vertritt auch schon DIETRICH (1997). Bei den nicht optimalen Nesttypen handelt es sich um junge Staaten mit ungefestigter Decke, um alternde Staaten, die in weiten Teilen vermulmt sind, um durch äußere Eingriffe wie Nestplünderungen gestörte Staaten, sowie um allgemein sehr schwach besetzte Nester (KNEITZ 1964).

Diese Ergebnisse stützen die Hypothese, dass *F. nitidulus* gewisse Qualitätsansprüche an seine Wirtsnester und somit das Wirtsvolk stellt.

Im Bezug auf die Nesttemperatur stimmen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit den Resultaten von KNEITZ (1964) überein, wonach im Nestinneren die Temperatur im Saisondurchschnitt um ca. 10°C über jener der Umgebung liegt.

Beim Vergleich aller Nester hinsichtlich der Monatsmitteltemperaturen zeigt sich ein über die ganze Saison gemessener signifikanter Unterschied zwischen Nestern mit und ohne *Formicoxenus nitidulus*. Dies bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, dass die Nester mit *F. nitidulus* bezüglich der Außentemperaturen eine höhere Temperaturdifferenz aufbauen können als solche ohne *F. nitidulus*. Die Außentemperaturen waren bei den beiden Gruppen in gleicher Weise unterschiedlich (Abb. 4). Das heißt, die Temperaturdifferenzen zwischen Nestinnerem und Außentemperatur waren bei den Nestern mit und ohne *F. nitidulus* fast völlig identisch. Die *Formica*-Völker, bei denen die Gastameise vorkommt, weisen im Durchschnitt die gleichen thermoregulatorischen Fähigkeiten auf, als jene, die *Formicoxenus* nicht als Gast haben. Die Temperaturdifferenzen am Wechsel, wo in keinem einzigen *Formica*-Nest die Gastameise gefunden wurde, lagen bis auf den Monat Juni stets über jenen des Dunkelsteinerwaldes, wo in jedem Nest *Formicoxenus* gefunden werden konnte. Dies legt den Schluss nahe, dass eine gewisse, über die Saison zu erreichende Wärmesumme für das Vorkommen der Gastameise ausschlaggebend ist, und nicht alleine die Fähigkeit des Waldameisenvolkes, relativ zur Umgebungstemperatur hohe Nesttemperaturen aufzubauen. Da die Nesttemperatur einerseits von den thermoregulatorischen Fähigkeiten der Waldameise, andererseits von der Habitatterperatur abhängt, ist anzunehmen, dass in kühleren, schattigen Habitaten *Formicoxenus* höhere Ansprüche an die thermoregulatorischen Fähigkeiten seiner Wirte stellt als in warmen, sonnenexponierten.

Um den Faktor Habitatterperatur auszuschalten wurden die beiden Standorte Wechsel und Kreuzberg verglichen, die in Höhenlage und Art des Habitates gleich und nur 24 Kilometer von einander

entfernt sind. Obwohl bei diesen Standorten fast identische Außentemperaturen herrschten, bauten die Waldameisen vom Kreuzberg signifikant höhere Temperaturen in ihrem Nest auf (Abb. 5, 6). Am Kreuzberg konnte im Unterschied zum Wechsel in fast jedem *Formica*-Nest die Gastameise entdeckt werden. Bemerkenswert ist, dass alle Nester ohne *Formicoxenus nitidulus* zu *Formica lugubris* gehören. Dies gilt für die Nester am Wechsel, das *Formicoxenus*-freie Nest am Kreuzberg (sonst *Formica rufa*) und im Waldviertel (sonst *Formica polyctena*). Der Schluss liegt nahe, dass *Formica lugubris* in dieser Höhenstufe kein idealer Wirt für *F. nitidulus* ist. Es könnte sein, dass *Formica lugubris*, die bis ins Hochgebirge vorkommt, in diesen Habitaten keine optimalen Lebensbedingungen vorfindet und daher nicht im Stande ist, die für *F. nitidulus* notwendigen Temperatursummen zu entwickeln. Dafür spricht auch die von DIETRICH (1997) durchgeführte Untersuchung am Muttersbergmassiv in Vorarlberg, wo er zwischen 1500 und 1600 m Seehöhe in über 23 % der untersuchten *Formica lugubris*-Völker die Gastameise nachweisen konnte. Der tatsächliche Prozentsatz dürfte noch höher liegen, da diese Nester jeweils nur ein einziges mal beprobt wurden.

Verglichen mit der gesamten Verbreitung von *F. lugubris* ist dies eine nur sehr schmale Höhenzone. *Formicoxenus* folgt dort nicht seiner Wirtsart talwärts in die makroklimatisch günstigeren Lagen. Daraus ergibt sich die Frage, ob es in Europa möglicherweise zwei, genetisch unterschiedliche *Formicoxenus*-Formen gibt. Die „Gebirgsform“ bliebe demnach in den höheren Stufen, während die „Flachlandform“, mit anderen mikroklimatischen Anforderungen, in tieferen Lagen *F. lugubris* als für ihn „schlechteren“ Nestbauer meidet.

Da alle *Formica lugubris*-Völker dieser Untersuchung eine signifikant gröbere Nestmaterialstruktur aufwiesen (Tab. 4), stellt sich die Frage, inwieweit die Zusammensetzung der Nestmaterialien für das Vorkommen von *F. nitidulus* von Bedeutung ist. Schon KNEITZ et al. (1962), die eine große Anzahl von *Formica*-Nestern in den Vogesen untersuchten, beschrieben einen, im Vergleich zu *F. rufa* und *F. polyctena* deutlich höheren Grobmaterialanteil bei *F. lugubris*-Nestern. Einerseits beeinflusst die Art des Nestmaterials sicherlich die thermischen Speicherfähigkeiten eines Haufens, wie dies an den *F. lugubris*-Völkern des Wechsels ersichtlich ist (Abb. 5), andererseits aber könnte eine zu grobe Neststruktur auch ein effektives Verstecken, Flüchten oder einfach Fortbewegen für diese kleinen Gäste erschweren. Dies könnte auch erklären, warum das am Kreuzberg gelegene *F. lugubris*-Nest

keine Gastameisen enthielt, obwohl es das drittwärmste aller untersuchten Nester war.

Wirtsnester mit zu grobem Nestmaterial werden von der Gastameise gemieden. Neben der thermischen Komponente kommt also eine, für das Vorkommen von *Formicoxenus nitidulus* ausschlaggebende strukturelle Komponente hinzu.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Hypothese, wonach *Formicoxenus nitidulus* einen guten physischen Zustand, das heisst hohe thermoregulatorische Speicherfähigkeit seiner Wirte anzeigt und vielleicht sogar als Indikator für die Qualität eines Waldameisenbestandes herangezogen werden kann, durch die vorliegende Arbeit größtenteils unterstützt wird. Kommt es in einem von *F. nitidulus* befallenen *Formica*-Nest allmählich zu Verschlechterungen der Umweltverhältnisse, so könnte es durchaus sein, dass *F. nitidulus*, noch bevor man diese Verschlechterungen erkennen kann, seine Wirte verlässt, wie dies DIETRICH (1997) in seiner Arbeit vermutet. Dass *F. nitidulus* sich nicht nur in oder auf dem Nest seiner Wirte aufhält, sondern auch außerhalb desselben verkehrt, konnte schon STÄGER (1925) beobachten. Dabei hält sich *F. nitidulus* ziemlich genau an das, von seinen Wirten chemisch markierte Wegenetz (ELGERT & ROSENGREN 1977). Die Möglichkeit, aus einem *Formica*-Nest auszuwandern und über das Wegesystem ein anderes, mit vielleicht besseren Lebensbedingungen, zu finden, ist damit theoretisch gegeben. Insofern kann das Vorkommen der Gastameise auf einen guten physischen Zustand des Waldameisenvolkes, oder zumindest auf eine temperaturmäßig sehr vorteilhafte topographische Lage des *Formica*-Nestes hinweisen.

Danksagung

Danken möchte ich vor allem Herrn Mag. Christian O. Dietrich für seine fachliche Unterstützung. Weiters möchte ich Frau Marion Dolezel und Herrn Klaus Weixler danken, für ihre geduldige Hilfestellung bei der Datenauswertung am Computer, sowie Frau Eva Gschaider und Herrn Ulrich Purtscher für ihre Unterstützung bei den Freilandarbeiten.

Literaturverzeichnis

- AGOSTI, D. & COLLINGWOOD, C. A. 1987: A provisional list of the Balkan ants (Hym., Formicidae) and a key to the worker caste. I. Synonymic List. – Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 60: 51-62.
- BUSCHINGER, A. 1976a: Giftdrüsensekret als Sexualpheromon bei der Gastameise *Formicoxenus nitidulus* (Nyl.). – Insectes Sociaux 3: 215-226.
- BUSCHINGER, A. 1976b: Eine Methode zur Zucht der Gastameise *Formicoxenus nitidulus* (Nyl.) mit *Leptothorax acervorum* (Fabr.) als „Wirtsameise“ (Hym, Form.). – Insectes Sociaux 3: 205-215.
- BUSCHINGER, A. & WINTER, U. 1976: Funktionelle Monogynie bei der Gastameise *Formicoxenus nitidulus*. – Insectes Sociaux 4: 549-558.
- BOER, P., BOTTING, P., DIJKSTRA, P. & VALLENDUUK, H. 1995: *Formicoxenus nitidulus* in Nederland als Gast in *Formica*-nesten (Hymenoptera: Formicidae, Myrmicinae). – Entomologische Berichten (Amsterdam) 55: 1-3.
- COLLINGWOOD, C. A. 1979: The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. – Fauna Entomologica Scandinavica 8: 1-174.
- DIETRICH, C. O. 1997: Quantifizierungsversuch des Vorkommens der Glänzenden Gastameise, *Formicoxenus nitidulus* (Nyl.) bei der Gebirgswaldameise *Formica lugubris* Zett. am Muttersbergmassiv (Österreich, Vorarlberg, Lechtaler Alpen). – Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 134: 119-132.
- ELGERT, B. & ROSENGREN, R. 1977: The guest ant *Formicoxenus nitidulus* follows the scent trail of its wood ant host (Hymenoptera, Formicidae). – Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica 53: 35-38.
- FOREL, A. 1910: Glanures Myrmecologiques. – Annales de la Société Entomologique de Belgique 54: 6-32.
- FRANCOEUR, A., LOISELLE, R. & BUSCHINGER, A. 1985: Biosystematique de la tribu Leptothoracini: 1. Le genre *Formicoxenus* dans la region holarctique. – Le Naturaliste Canadien 112: 343-403.
- GÖSSWALD, K. 1989: Die Waldameise. Band 1. Biologische Grundlagen, Ökologie und Verhalten. – Aula-Verlag: Wiesbaden, 660 pp.
- KNEITZ, G. 1964: Untersuchungen zum Aufbau und zur Erhaltung des Nestwärmehaushaltes bei *Formica polyctena* Foerst. (Hym., Formicidae). – Dissertation an der Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg, 156 pp.
- KNEITZ, G., GERNERT, W. & RAMMOSER, H. 1962: Hügelbauende Waldameisen (Formicidae, Gen. *Formica*) in den Vogesen. – Waldhygiene 4: 203-219.
- OWEN, J. A. 1986: *Formica aquilonia* and some beetle associates in the Isle of Skye. – Entomologists' Monthly Magazine 122: 120.
- PALLMANN, H., EICHENBERGER, E. & HASLER, A. 1940: Eine neue Methode der Temperaturmessung bei ökologischen oder bodenkundlichen Untersuchungen. – Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft 50: 337-362.
- ROHE, W. 1990: Wiederfund von *Formicoxenus nitidulus* in Rheinland-Pfalz. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 28: 137-142.

- SEIFERT, B. 1996: Ameisen beobachten, bestimmen. – Naturbuch-Verlag: Augsburg, 352 pp.
- SEIFERT, B. 1998: Rote Liste der Ameisen (Hymenoptera: Formicidae). In Rote Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesburg.
- STÄGER, R. 1925: Das Leben der Gastameise (*Formicoxenus nitidulus* Nyl.) in neuer Beleuchtung. – Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere 3: 452-476.
- STEUBING, L. & FANGMEIER, A. 1992: Pflanzenökologisches Praktikum. – Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart, pp. 65-67.
- STITZ, H. 1939: Hautflügler oder Hymenoptera. I: Ameisen oder Formicidae. – In: Dahl F. (Begr.), Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresgebiete nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 37. - G. Fischer: Jena, 428 pp.
- STUMPER, R. 1918: *Formicoxenus nitidulus* Nyl. I. Beitrag. – Biologisches Zentralblatt 38: 160-179.
- WASMANN, E. 1891: Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen. Ein Beitrag zur Biologie, Psychologie und Entwicklungsgeschichte der Ameisengesellschaften. – Aschendorffsche Buchdruckerei: Münster i. Westfalen, vii+262 pp.
- WHEELER, W. M., 1910: Ants: their structure, development and behavior. – Columbia University Press: New York, xxv+663 pp.

Anschrift des Verfassers:

Mag. Silvester Ölzant, Institut für Botanik der Universität Wien, Rennweg 14, A – 1030 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Myrmecological News = Myrmecologische Nachrichten](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [004](#)

Autor(en)/Author(s): Ölzant Silvester

Artikel/Article: [Freilandökologische Untersuchungen an der Gastameise *Formicoxenus nitidulus* \(Nylander, 1846\) unter besonderer Berücksichtigung der Nesttemperatur \(Hymenoptera: Formicidae\). 1-10](#)