

## Untersuchung zur Variabilität der Neststandorte von *Coptoformica forsslundi* LOHMANDER, 1949 (Hymenoptera: Formicidae) im Naturschutzgebiet „Süderlügumer Binnendünen“ (Nordfriesland)

Uwe Sörensen

### Abstract

Investigation of the variability of nest location of *Coptoformica forsslundi* LOHMANDER, 1949 (Hymenoptera: Formicidae) in the natural protected area of "Süderlügumer Binnendünen" (Nordfriesland). - The nest dynamics of *Coptoformica forsslundi* are exemplified in a test quadrant of 1 hectare in size located within the wildlife sanctuary of the Süderlügum inland dunes in northern Schleswig-Holstein. The number of colonies existing in the test area in 1992 increased from 48 to 135 in the year 2000. Ninety seven colonies were deserted compared to 176 newly built nest mounds. By individually marking and charting the colonies it has been determined that 25 % of the nest mounds are being deserted per year. Within a 4-year period almost all colonies have been abandoned. However at the same time, the loss has been more than compensated for by the substantial number of newly built nest mounds.

**Key words:** Ants, *Coptoformica*, *Formica forsslundi*, nest dynamics, *Formica uralensis*, *Formica transcaucasica*, Germany

### Einleitung

Die einzigen Nachweise der Ameisenart *Coptoformica forsslundi* LOHMANDER, 1949 für die Bundesrepublik Deutschland stammen von drei Naturschutzgebieten bei Süderlügum im Nordwesten des Bundeslandes Schleswig-Holstein (SÖRENSEN 1993a, 1996b, 1999). Die Art hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in Schweden und Finnland, daneben liegen aber auch einige Nachweise aus Dänemark (mittleres Jütland) und der Schweiz vor (KUTTER 1977, COLLINGWOOD 1979, AGOSTI 1989, SEIFERT 2000).

*Coptoformica forsslundi* ist ein Beispiel für eine sehr seltene Insektenart, die relativ verborgen in Heidegebieten lebt und durch Heidepflfegemaßnahmen negativ beeinflusst und unter Umständen in ihrem Bestand bedroht werden könnte. Sie lebt im Untersuchungsgebiet neben 15 weiteren Ameisenarten (SÖRENSEN 1993a). Dazu gehört mit ca. 30 Nestern die ebenfalls in Mitteleuropa sehr seltene *Formica uralensis* RUZSKY, 1895 (SÖRENSEN & SCHMIDT 1983, SÖRENSEN 1995, BUSCH 1998).

Genauere Angaben über die Lebensweise von *Coptoformica forsslundi* sind der Literatur nicht zu entnehmen (BISGAARD 1944, FORSSLUND 1957, BARONI URBANI & COLLINGWOOD 1977, KUTTER 1977, COLLINGWOOD 1979). Auf die Koloniebildung mit vielen, nahe beieinanderliegenden Einzelnestern der nahe verwandten Art *C. exsecta* weisen WESSELINHOFF & HORSTMANN (1968), RUPPERTSHOFEN (1980), PISARSKI (1982), GÖSSWALD

(1989), DEWES (1993) und BUSCHINGER & JOCHUM (1999) hin. Auch in Nordfriesland treten nach eigenen Beobachtungen Kolonien von *C. exsecta* von über 50 Nestern auf. Nach SEIFERT (2000) wurde dieses auch an einer subalpinen Population von *C. forsslundi* im Kaukasus beobachtet.

Die Untersuchung über die Konstanz bzw. Variabilität der Neststandorte dieser Ameisenart sollte klären, ob sie, wie etwa die großen *Formica*-Arten (z.B. GÖSSWALD 1985, 1989, 1990), über lange Jahre immer die gleichen Nesthügel bewohnt, oder häufig neue Nester errichtet und dabei die alten aufgibt. Im Fall der Konstanz der Neststandorte wären punktgenaue Nestkartierungen sinnvoll, um die Nestumgebung bei der Durchführung von Heidepflfegemaßnahmen aussparen zu können. Besteht aber eine große Variabilität durch die Aufgabe der Nesthügel innerhalb weniger Jahre, so müsste vor jeder Maßnahme erneut das Gebiet genau abgesucht werden. Eine grundlegende Untersuchung zur Entwicklung von Wirbellosen infolge von Heidepflfegemaßnahmen haben IRMLER et al. (1992, 1994) und VOIGT (1994) vorgelegt.

### Untersuchungsgebiet, Material u. Methoden

Das Naturschutzgebiet (NSG) „Süderlügumer Binnendünen“ ist eine bereits mindestens seit 1919 unter Schutz stehende (EMEIS 1919, 1965; nach MELF 1982 durch Verordnung von 1938 unter Naturschutz) Binnendünenlandschaft, die sich nach der letzten Eiszeit auf einem

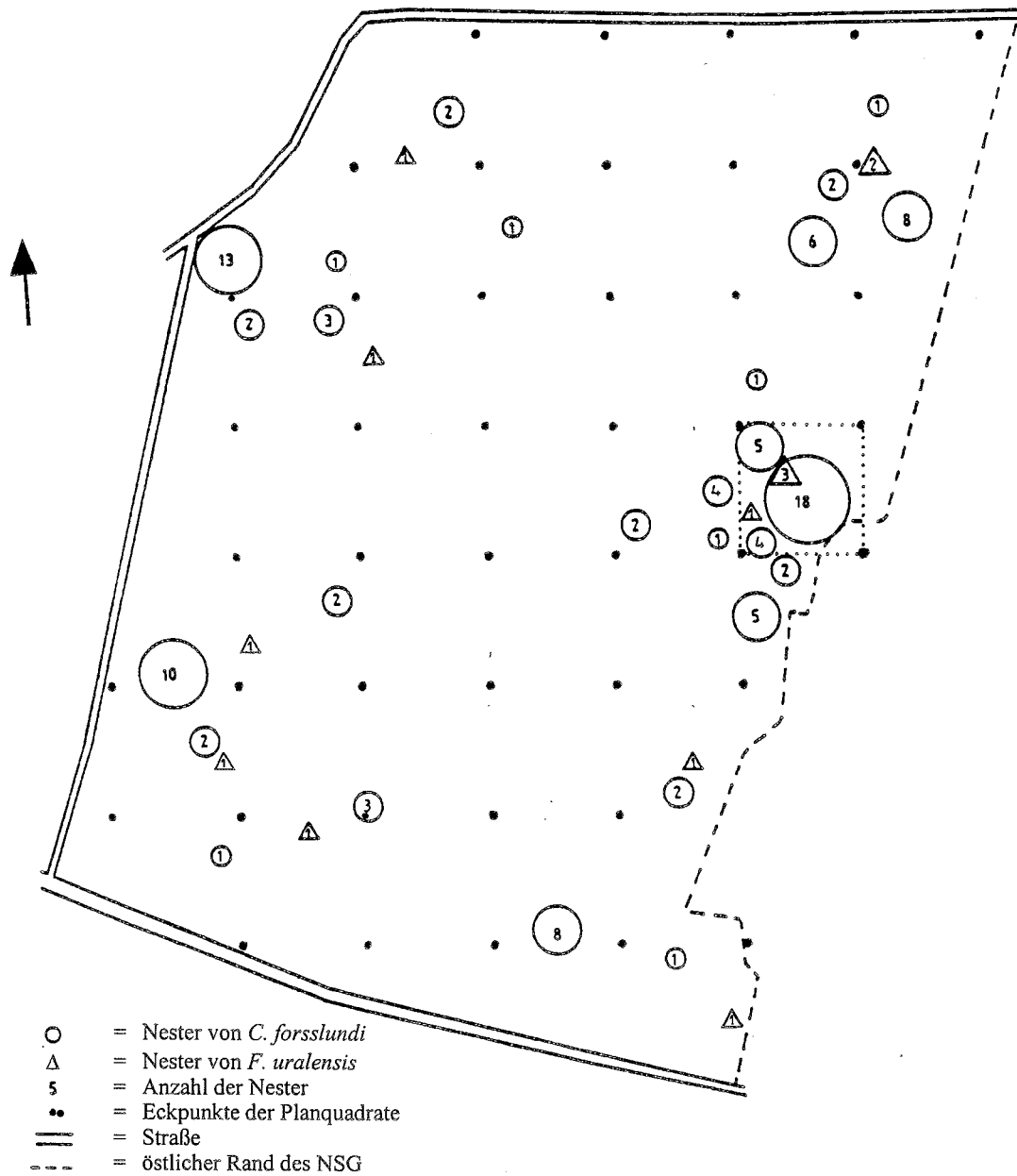


Abb. 1: Naturschutzgebiet „Süderlügumer Binnendünen“ – Das Grobvorkommen der Kerbameise *Coptoformica forsslundi* und der Uralameise *Formica uralensis* im Jahre 1992 (SÖRENSEN 1993a). Planquadrat 33 punktiert eingezeichnet.

Altmoränenkern der Saaleeiszeit und auf weichseleiszeitlichen Sanderflächen und postglazialen Flugsanden gebildet hat (RIEDEL 1978). Das unregelmäßige und unübersichtliche Relief besteht aus vielen kleinen, 1-4 m hohen, und einigen größeren, 5-10 m hohen Dünenzügen. Sie sind bis auf den großen Dünenkessel im Zentrum des 40 ha großen Gebietes, die ausgetretenen Pfade und die abgeplagten Flächen dicht mit Heidepflanzen bedeckt (HÖPER 1986). Dabei prägen heute vor allem Gräser den Charakter des Naturschutzgebietes, in den Senken *Molinia caerulea*, ansonsten *Avenella flexuosa* und auf den ganz trockenen Flächen *Corynephorus canescens*.

Die Untersuchung basiert auf einer Nestkartierung von 1992 (SÖRENSEN 1993a), die aufgezeigt hat, dass die Nester zwar über die gesamte NSG-Fläche verteilt sind, sich aber an bestimmten Stellen konzentrieren (siehe Abb. 1). Zur besseren Orientierung wurde 1992 ein 100x100 m-Raster von einem Ingenieurbüro eingemessen und die Eckpunkte durch ebenerdig versenkte Eisenrohre markiert. Mit Hilfe dieser Fixpunkte lassen sich die Neststandorte dann relativ genau kartieren. Es ist allerdings sehr schwierig, die Eisenrohre in der dichten Vegetation zu finden. Sie mussten für die Feldarbeit mit höheren Fluchtstangen gekennzeichnet werden.

Für die vorliegende Arbeit wurde das Planquadrat Nr. 33 am mittleren Ostrand des NSG ausgewählt (siehe Abb. 1, gekennzeichnetes Planquadrat), da sich hier die größte Nestkonzentration mit über 40 Nestern von *Coptoformica forsslundi* befand. Die Nesthügel bestehen vor allem aus zerbissenen Grashalmen von *Avenella flexuosa*. Der Durchmesser der Nestkuppeln schwankt zwischen 5 und 30 cm und die Höhe zwischen 5 und 20 cm.

Wegen der geringen Größe und der zur umgebenden Vegetation ähnlichen Färbung sind die Nester nur schwer erkennbar und werden leicht übersehen. Ausserdem treten die Nester einige Monate nach der Gründung äusserlich noch nicht in Erscheinung. Sie befinden sich innerhalb von zumeist abgestorbenen, aber auch lebenden Grasbulten. Oberflächlich sind sie von Rohhumus bedeckt und häufig mit Becherflechten bewachsen (z.B. *Cladonia fimbriata* und *C. digitata*; vgl. hierzu JACOBSEN 1992). Um sie aufzuspüren, muss man praktisch jeden Grasbult öffnen.

Hieraus wird deutlich, dass es kaum möglich ist, auf einer größeren Fläche alle neuen Nester zu erfassen. Auch eine 100x100 m-Fläche ist dafür schon zu groß.

Auf Planquadrat 33 wurden 1992 alle kartierten Nester mit Pflanzstangen aus Metall und grünem Kunststoffüberzug markiert, indem sie jeweils 30 cm nördlich der Nester in den Boden eingeschlagen wurden, so dass etwa 20 cm sichtbar blieben. 1994 wurden diese Neststandorte kontrolliert und neue Nester durch dünnere Pflanzstangen der gleichen Bauart markiert (SÖRENSEN 1996a).

Zur genaueren Orientierung auf der 10.000 m<sup>2</sup> großen Fläche mussten die 10 m-Eckpunkte der Seitenlinien und des Mittelkreuzes sowie einige Hilfspunkte mit höheren Pflanzstangen als Fluchtstangen während der Feldarbeiten gekennzeichnet werden. Ein Problem bei dieser Markierungsmethode waren Spaziergänger, die gerne einzelne Pflanzstangen herauszogen, versetzten oder zerstörten. Die Anzahl hielt sich allerdings in Grenzen, so dass die Ergebnisse auswertbar blieben.

Alle Kartierungen wurden im September durchgeführt, zum Teil im August begonnen und im Oktober beendet. Die Nachkartierung 1994 wurde durch einige Beobachtungen in den Jahren 1993 und 1995 ergänzt. Der September eignet sich für die Kartierung besonders gut, da in dieser Jahreszeit die Nester trotz des üppigen Graswachstums relativ gut auffindbar sind, weil die Völker ihre größte Nestbauaktivität entwickelt haben. Ausserdem werden auch bereits viele neue Nesthügel sichtbar.

Für die erneute Nachkartierung im Jahre 2000 konnten die alten Nestmarkierungen kaum noch verwendet werden, da sie größtenteils verschwunden waren. Trotzdem war es durch die relativ genaue Kartierung der Vorjahre sowie durch die Neststruktur möglich zu entscheiden, ob es sich um alte Nesthügel oder um neue Kolonien handelte.

## Ergebnisse

In dem 100x100 m-Quadranten Nr. 33 und direkt randlich dazu wurden im September des Kontrolljahres 1994 insgesamt 110 Nester von *Coptoformica forsslundi* kartiert (Abb. 2, Tab. 1), von denen 84 Nester belebt waren. Von diesen 110 Nestern waren 1992 48 bevölkert. 62 Nester sind Neubildungen der Jahre 1993 und 1994. 26 der 1992 belebten Nester wurden innerhalb des Zeitraumes bis zum September 1994 verlassen.

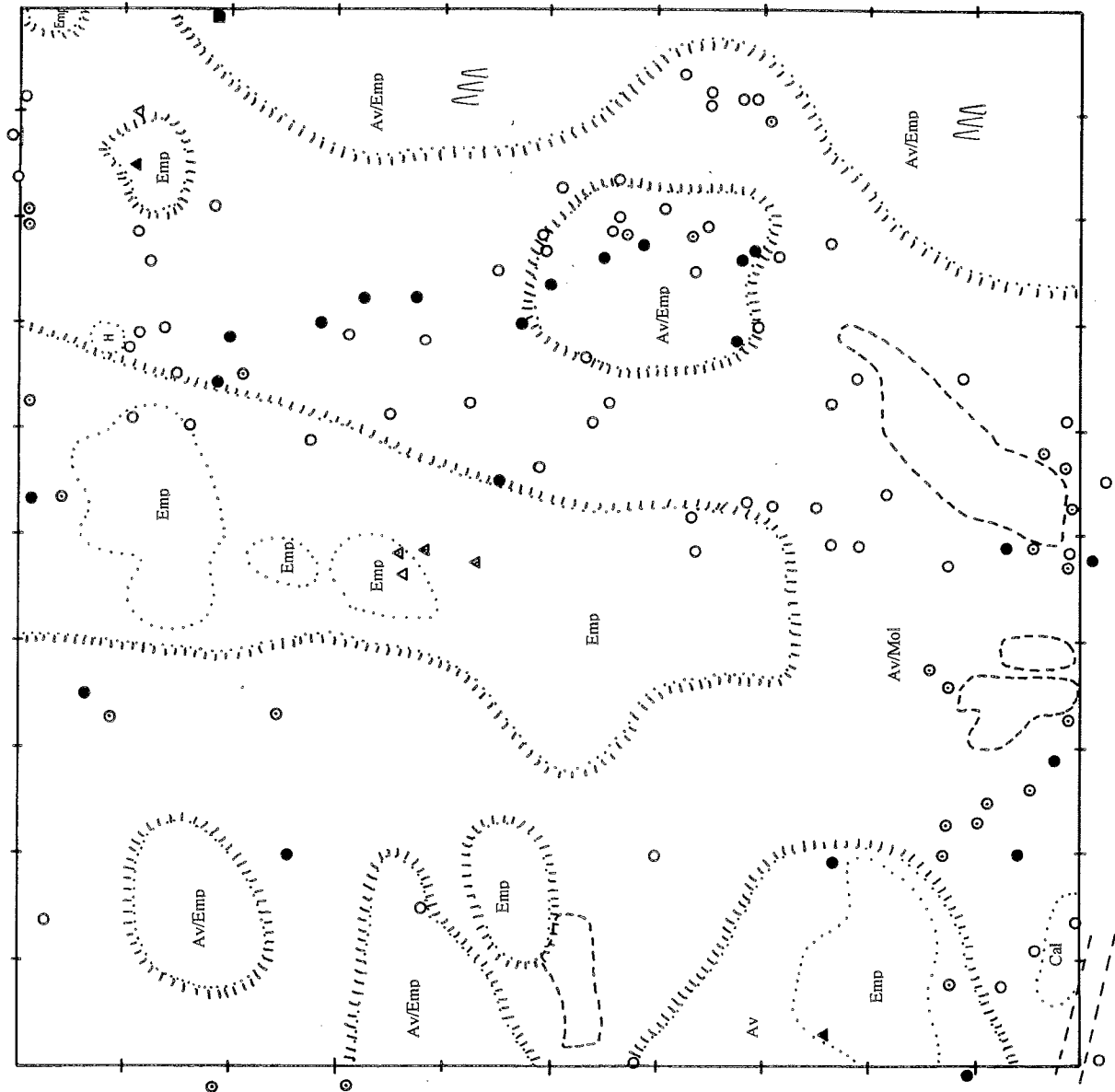
Betrachtet man die Entwicklung in den Viertelquadranten getrennt voneinander, so ergibt sich das folgende Bild:

Tab. 1: Anzahlen und Prozentzahlen der Nester von *Coptoformica forsslundi* 1992 und 1994 im Vergleich der Viertelquadranten des Planquadrates 33 im NSG Süderlügumer Binnendünen (⊙ = 1992 belebte und 1993 / 94 verlassene Nester, ● = 1992 bis 94 belebte Nester, ○ = Neubildungen 1993 / 94)

NW			NE		
Nesttyp	Anzahl	% bezogen auf 1992	Nesttyp	Anzahl	% bezogen auf 1992
⊙	4	66	⊙	5	38
●	2	33	●	8	62
○	2	33	○	21	162
⊙	11	65	⊙	6	50
●	6	35	●	6	50
○	11	65	○	28	233
SW			SE		

Die beiden östlichen Quadranten wurden 1994 mit 75 % der Nester deutlich gegenüber den beiden westlichen als

Abb. 2: Lageplan der Nester von *Coptoformica forsslundi* im Planquadrat Nr. 33 des Naturschutzgebietes „Süderlügumer Binnendünen“ der Jahre 1992 u. 1994 (Maßstab: Kantenlänge = 100 m)



Legende:



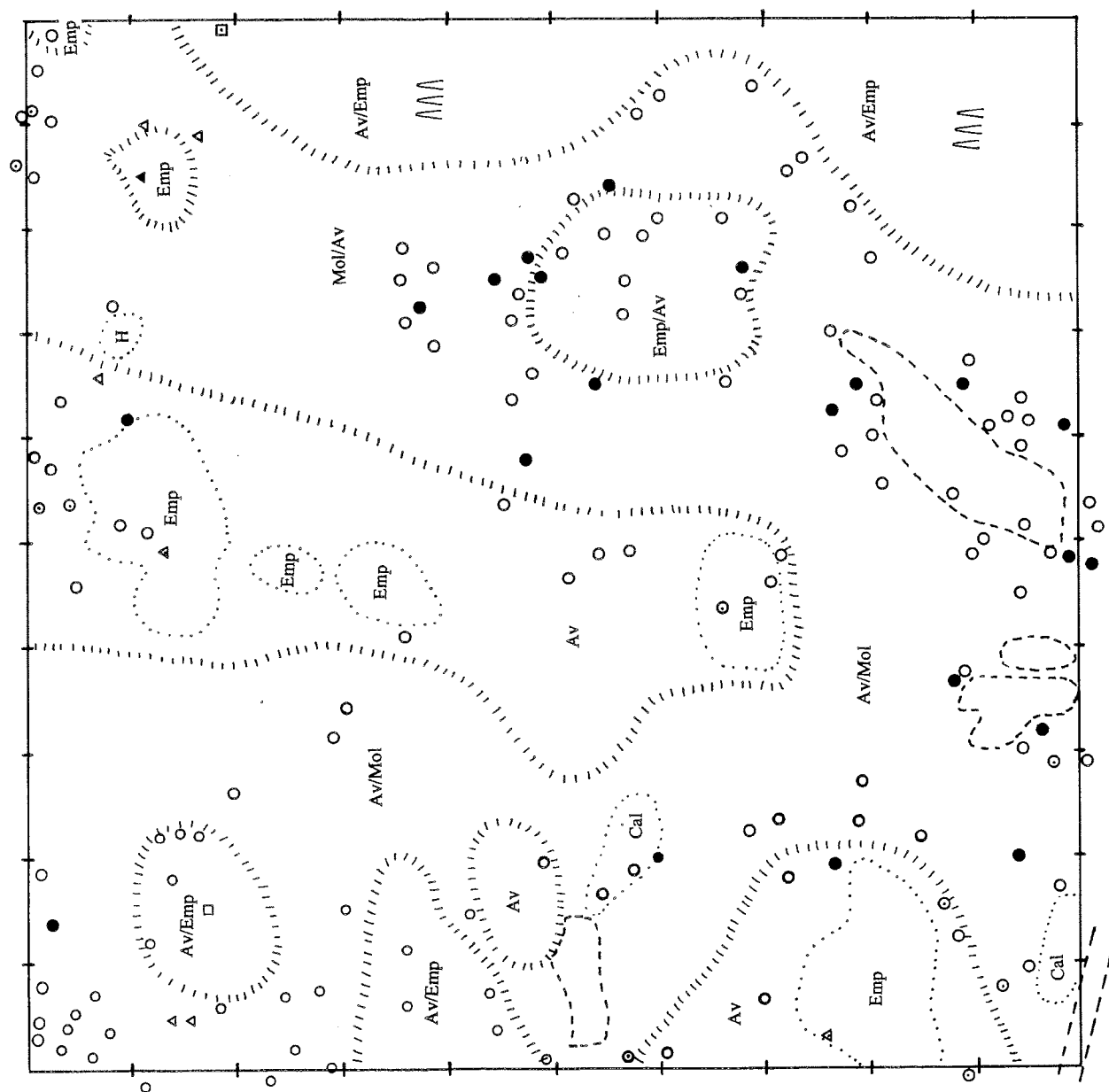
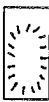

- ..... = Vegetationsgrenzen
- = Begrenzung der Plaggflächen
- - - = Weg
-  = kleiner Dünenzug
-  = Wald
- Cal = *Calluna vulgaris*-Fläche
- AV = *Avenella flexuosa*-Fläche
- Emp = *Empetrum nigrum*-Fläche
- Mol = *Molinia caerulea*-Fläche
- H = *Holcus mollis*-Fläche
- = Nester von *C. forsslundi*
- △ = Nester von *F. uralensis*
- = Nester von *F. rufa*
- △□ = 1992 besetzte und 1994 verlassene Nester
- △□ = 1992 und 1994 besetzte Nester
- △□ = neue Neststandorte 1993 und 1994

Abb. 3: Lageplan der Nester von *Coptoformica fossiundi* im Planquadrat Nr. 33 des Naturschutzgebietes „Süderflügger Binnendünen“ im Jahr 2000 (Maßstab: Kantenlänge = 100 m)



Legende:

- ..... = Vegetationsgrenzen
- - - - - = Begrenzung der Plaggflächen
- — — — = Weg
-  = kleiner Dünenzug
-  = Wald
- Cal = *Calluna vulgaris*-Fläche
- Av = *Avenella flexuosa*-Fläche
- Emp = *Empetrum nigra*-Fläche
- Mol = *Molinia caerulea*-Fläche
- H = *Holcus mollis*-Fläche
- = Nester von *C. fossiundi*
- △ = Nester von *F. uralensis*
- = Nester von *F. rufa*
- △ = verlassenes Nest
- ▲ = altes Nest (> 2 Jahre)
- △□ = neue Neststandorte

Siedlungsstandort bevorzugt. Hier liegen fast 80 % der Neubildungen der Jahre 1993 und 1994. In dem südwestlichen Viertelquadranten, der 1992 mit 17 Nestern noch den Vorzugsraum darstellte, wurden dagegen 11 Nester verlassen und auch 11 Nester neu errichtet und somit der Verlust kompensiert.

Das Verteilungsmuster in dem 100 m-Quadranten ist aber mit dem Schwerpunkt im südlichen und östlichen Bereich in etwa gleich geblieben (Abb. 2), allerdings mit einer deutlichen Zunahme in der östlichen Hälfte. Von den 48 im Jahre 1992 besetzten Nestern wurden bis 1994 54 % verlassen ( $n = 26$ ) und nur 46 % ( $n = 22$ ) weiterhin bewohnt.

Bei der Kontrollkartierung im Jahre 2000 ergab sich das folgende Bild (Abb. 3, Tab. 2): In den beiden östlichen Viertelquadranten konnten 68 besetzte Nester von *C. forsslundi* entdeckt werden. Das sind nur 5 mehr als im Jahre 1994. Daneben wurden aber 54 verlassene Neststandorte gezählt gegenüber 55 Neubildungen. Nur 13 Nester konnten als ältere Nester identifiziert werden, d.h.

dass sie über 2 Jahre alt waren. Von den Nestern des Jahres 1994 war offenbar keines mehr besetzt. Die Gesamtzahl der besetzten Nester ist mit 68 gegenüber 63 im Jahre 1994 in etwa gleich geblieben.

In den beiden westlichen Viertelquadranten stellt sich die Entwicklung etwas anders dar. Die Fläche beherbergte 1994 mit 21 Nestern nur 25 % der Gesamtneestzahl des Planquadrates. Im Jahre 2000 betrug die Anzahl 67 und damit fast 50 %. Dieses entspricht einem Zuwachs von 200 %.

In den durchsuchten Grasbulten des Untersuchungsgebietes fanden sich auch viele Nester von *Serviformica transkauucasica* NASSONOW, 1889 (= *picea*), die sowohl für *Coptoformica forsslundi* als auch für *Formica uralensis* zur sozialparasitischen Koloniegründung von Bedeutung ist. Auf der Versuchsfläche fanden sich mehrere Mischnester von *C. forsslundi* mit einer geringeren Anzahl von *S. transkauucasica*-Arbeiterinnen.

Tab. 2: Die Zählergebnisse zur Anzahl der Nester von *Coptoformica forsslundi* im Planquadrat 33 des Naturschutzgebietes „Süderlügumer Binnendünen“ in den Jahren 1992, 1994 und 2000. Verlassene Neststandorte wurden 1992 nicht berücksichtigt („-“) und es erfolgte keine Unterscheidung nach alten und neuen Nestern („?“).

Erhebungsjahr	westlicher Halbquadrant			östlicher Halbquadrant			Gesamtquadrant		
	1992	1994	2000	1992	1994	2000	1992	1994	2000
Verlassene Neststandorte	-	15	17	-	11	54	-	26	71
Alte Nester (> 2 Jahre)	?	8	8	?	14	13	?	22	21
Neue Neststandorte	?	13	59	?	49	55	?	62	114
Gesamtzahl belebter Nester	23	21	67	25	63	68	48	84	135

## Diskussion

Aus dem dargestellten Vergleich der Besiedlungsstruktur in den Jahren 1992 und 1994 sowie im Jahre 2000 wird deutlich, dass die Standortkonstanz bei *Coptoformica forsslundi* wesentlich geringer ausgebildet ist, als bei den großen *Formica*-Arten. An dem Beispiel der drei Untersuchungsjahre konnte aufgezeigt werden, dass pro Jahr ca. 25 % der Nester aufgegeben wurden. Das bedeutet, dass innerhalb von 4 Jahren praktisch alle Nester verlassen werden. Auf hoch frequentierten Flächen bleibt die Anzahl der Nester durch eine entsprechende Anzahl von neuen Besiedelungen in etwa gleich. Auf weniger frequentierten Flächen kann die Anzahl der Nester innerhalb weniger Jahre stark ansteigen, wie im Falle der beiden westlichen Viertelquadranten um ca. 200 % innerhalb von 6 Jahren.

Die Gesamtzahl der Nester auf dem ohnehin sehr dicht besiedelten Probequadranten von 1 ha Größe erhöhte sich im Untersuchungszeitraum von 1992 bis 2000 somit von 48 auf 135 (Tab. 2). Der starke Anstieg in der westlichen Hälfte des Probequadranten geht einher mit einer Überal-

terung der *Avenella flexuosa*-Bestände. Die Grasbestände werden lichter und die einzelnen Grasbulte höher, so dass sie anscheinend gute Standorte für die Besiedelung bieten. Insbesondere an der Südseite der Grasbulte erscheinen die kleinen Nesthügel aus zerbissenen Grashalmen in der Anfangsphase.

Auch *Molinia*-Bestände werden als Siedlungsstandorte angenommen, wenn die einzelnen Grasbulte nicht zu dicht gewachsen sind. Allerdings handelt es sich innerhalb dieser Pflanzenformation jeweils nur um einzelne Nester. Das gleiche gilt für *Empetrum*-Bestände, die etwas stärker von *Formica uralensis* bevorzugt werden. Nach den bisherigen Untersuchungen scheint *C. forsslundi* im allgemeinen die trockeneren Bereiche zu bevorzugen, die sich durch eine nicht allzu dicht bewachsene *Avenella flexuosa*-Formation auszeichnen.

Die ausserordentliche Vitalität und Reproduktionskraft von *C. forsslundi* die auch in anderen Bereichen des NSG beobachtet werden konnte, deutet auf sehr gute Lebensbedingungen hin. Die Ursache für diese auch im Vergleich zu anderen bekannten Vorkommen der Art z.B. in Dänemark (SÖRENSEN 1999) ungewöhnlich hohe Dichte kann

noch nicht abschließend geklärt werden. Bei der Beurteilung der Lebensbedingungen muss bedacht werden, dass *Coptoformica forsslundi* in der Koloniegründung fakultativ oder möglicherweise auch obligatorisch von der Hilfsameise *Serviformica transcaucasica* abhängig ist. Auch diese Art erreicht in den Süderlügumer Binnendünen sehr große Nestdichten.

Insgesamt kann also festgestellt werden, dass die Variabilität der Neststandorte von *Coptoformica forsslundi* im Untersuchungszeitraum mit etwa 25 % Nestverwaisungen pro Jahr bei gleichzeitiger Wahrung der Vorkommensschwerpunkte sehr hoch war. Durch die hohe Anzahl von 62 Nestbildungen im ersten Untersuchungszeitraum und sogar 114 Nestbildungen in den Jahren 1999 und 2000 vervielfachte sich der Bestand trotz einer ebenfalls hohen Anzahl von Nestverwaisungen. Deshalb muss auch eine Zuwanderung von Völkern aus Nachbarquadranten in Betracht gezogen werden.

Über die Ursachen für die Kurzlebigkeit der Nester von *Coptoformica forsslundi* gibt es noch keine gesicherten Erkenntnisse. Ein geringeres Höchstalter der Königinnen ist zwar möglich, erscheint aber aus dem Vergleich zu anderen Arten eher als unwahrscheinlich. Eine plausible Erklärung könnte die abnehmende Vitalität der von *C. forsslundi* besiedelten *Avenella flexuosa*-Bulte sein, die im Laufe des Besiedlungszeitraumes zu beobachten ist. Im Basisbereich der Sprosse dieser Gräser leben Blattläuse, die möglicherweise für die Ernährung der Ameisen eine größere Rolle spielen. Für die Veränderung der Nestanzahlen kommen auch Zuwanderungs- bzw. Abwanderungsbeziehungen mit umliegenden Flächen in Betracht, die allerdings noch nicht beobachtet werden konnten. Auch die Konzentration mehrerer Einzelkolonien in gemeinsamen Winternestern, wie sie bei *Coptoformica bruni* beobachtet wurde (FELLER 1985, aus SEIFERT 2000), ist durchaus möglich. Im darauffolgenden Frühjahr werden dann neue günstige Neststandorte aufgesucht. Eine Wiederbesiedlung leerer Nester, wie sie von HIGASHI (1976) für *Formica yessensis* beschrieben wurde, konnte bei *C. forsslundi* noch nicht bestätigt werden.

Bezogen auf die laufenden Managementmaßnahmen in den Heidegebieten erscheint es also wegen der hohen Standortvariabilität als sinnvoll, die Nestkonzentrationen nur als solche zu kartieren und großräumig zu schonen, um sie nicht durch Pflegemaßnahmen in ihrer Vitalität zu stören (v.d. ENDE 1990, 1993, SÖRENSEN 1993b). Vor den konkreten Maßnahmen können dann die im NSG vorgesehenen Flächen kurz abgesucht werden, um unnötige Beeinträchtigungen der Art zu vermeiden.

Allgemeingültige Aussagen über das Verhalten und die Ökologie von *Coptoformica forsslundi* können derzeit nicht getroffen werden, da laufende Untersuchungen über die Biologie der Art nicht abgeschlossen sind. Neben den

bisherigen Beobachtungen zur Standortvariabilität sollten Fragen zum Nestbau, zur Ernährungsweise, Reproduktion und Kastendetermination geklärt werden, da von dieser ausserordentlich seltenen Tierart Mitteleuropas nur sehr wenig bekannt ist.

## Danksagung

Die Arbeit wurde in dankenswerter Weise vom Umweltamt Nordfriesland, Husum, gefördert. Insbesondere danke ich auch den Mitarbeitern des Umweltamtes, Frau Karin Jäger und Herrn Helmut Recher, für die gemeinsame Diskussion der Arbeitsvorhaben.

## Literatur

- AGOSTI, D. 1989: Versuch einer phylogenetischen Wertung der Merkmale der Formicini (Hymenoptera, Formicidae), Revision der *Formica exsecta*-Gruppe und Liste der Formicidae Europas. – ETH Zürich, Diss. Nr. 8774, 278 pp.
- BARONI URBANI, C. & COLLINGWOOD, C. A. 1977: The Zoogeography of Ants (Hymenoptera, Formicidae) in Northern Europe. – Acta Zoologica Fennica 152: 1-34.
- BUSCH, T. 1998: Hinweise zur Verbreitung von *Formica uralensis* Ruzsky, 1895 - Myrmekologische Notizen aus Mecklenburg-Vorpommern (Hymenoptera, Formicidae). – Ameisenschutz aktuell 12: 1-11.
- BUSCHINGER, A. & JOCHUM, C. 1999: Natur aus zweiter Hand: Ameisen im UNESCO-Welterbe Grube Messel bei Darmstadt. – Ameisenschutz aktuell 13: 81-90.
- COLLINGWOOD, C. A. 1979: The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. – Fauna Entomologica Scandinavica 8: 1-174.
- DEWES, E. 1993: Die Kerbameise (*Formica (C.) exsecta*) im Naturpark Saar-Hunsrück. – Ameisenschutz aktuell 7: 5-9.
- EMEIS, W. 1919: Das Naturschutzgebiet Süderlügum. – Die Heimat 29: 97-103.
- EMEIS, W. 1965: Die Naturschutzgebiete Schleswig-Holsteins. – Die Heimat 72: 210-221.
- ENDE, M. v.d. 1990: Das Plaggen - eine Maßnahme der historischen Heidebewirtschaftung. – Beiträge zu Naturschutz und Landschaftspflege 1987-1991: 143-145, Hrsg. Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein, Kiel.
- ENDE, M. v.d. 1993: Heidemanagement in Schleswig-Holstein. – Norddeutsche Naturschutzakademie-Berichte, Schneverdingen 6: 53-62.
- FELLER, C. 1985: Contribution à la biologie et à l'écologie de *Formica (Coptoformica) bruni* Kutter (Hymenoptera, Formicidae). – Université de Lausanne, 98 pp.

- FORSSLUND, K.-H. 1957: *Catalogus Insectorum Sueciae XV - Hymenoptera: Fam. Formicidae.* – *Opuscula Entomologica* 22: 70-78.
- GÖSSWALD, K. 1985: *Organisation und Leben der Ameisen.* – *Naturwissenschaftliche Rundschau.* Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft: Stuttgart, 355 pp.
- GÖSSWALD, K. 1989: *Die Waldameise, Bd. I.* – Aula-Verlag: Wiesbaden, 510 pp.
- GÖSSWALD, K. 1990: *Die Waldameise, Bd. II.* – Aula-Verlag: Wiesbaden, 660 pp.
- HIGASHI, S. 1976: Nest proliferation by building and Nest Growth Pattern in *Formica (Formica) yessensis* in Ishikari Shore. – *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series VI. Zoology* 20: 359-389.
- HÖPER, H. 1986: Vegetationskundliche Untersuchung des NSG „Süderlügumer Binnendünen“. – Forschungsauftrag des MELF des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, unveröff.
- IRMLER, U., VOIGT, N., RIEF, S. & PAUSTIAN, D. 1992: Entwicklung von Tiergemeinschaften infolge von Pflegemaßnahmen in Trockenheide-Naturschutzgebieten. – Forschungsauftrag des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein, Kiel, 130 pp., unveröff.
- IRMLER, U., PAUSTIAN, D., RIEF, S., SIOLI, E., SIMON, J. & VOIGT, N. 1994: Entwicklung von Tiergemeinschaften infolge von Pflegemaßnahmen in Trockenheide-Naturschutzgebieten. – *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen, Kiel Supplement* 16: 83-126.
- JACOBSEN, P. 1992: Flechten in Schleswig-Holstein: Bestand, Gefährdung und Bedeutung als Bioindikatoren. – *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg* 42. - Kiel, 234 pp.
- KUTTER, H. 1977: *Insecta Helvetica* 6a: Hymenoptera Formicidae. – Schweizer Entomologische Gesellschaft, Fotorotar AG: Zürich, 298 pp.
- MELF (Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Schleswig-Holstein) (Hrsg.) 1982: *Handbuch für Naturschutz in Schleswig-Holstein - Schutzgebiete, Artenschutz, Biotope, Organisationen* 11, Kiel.
- PISARSKI, B. 1982: Structure et organisation des sociétés de fourmis de l'espèce *Formica (Coptoformica) exsecta* Nyl. (Hymenoptera, Formicidae). – *Memorabilia Zoologica* 38: 1-281.
- RIEDEL, W. 1978: Düne, Moor und Heide im Waldgebiet von Süderlügum. – In: *Landschaftswandel und gegenwärtige Umweltbeeinflussung im nördlichen Landesteil Schleswig.*: 53-59, Schleswig.
- RUPPERTSHOFEN, H. 1980: *Der summende Wald – Waldimkerei und Waldhygiene.* – Ehrenwirth Verlag: München, 190 pp.
- SEIFERT, B. 2000: A taxonomic revision of the ant subgenus *Coptoformica* Mueller, 1923 (Hymenoptera, Formicidae). – *Zoosystema* 22: 517-568.
- SÖRENSEN, U. 1993a: Faunistische Untersuchung der Ameisen (Hym.: Formicidae) des NSG „Süderlügumer Binnendünen“ unter besonderer Berücksichtigung der Arten *Coptoformica forsslundi* LOHMÄNDER und *Formica uralensis* RUZSKY. – Gutachten im Auftrag der unteren Landschaftspflegebehörde des Kreises Nordfriesland, Husum, 14 pp., unveröff.
- SÖRENSEN, U. 1993b: Berücksichtigung faunistischer Daten bei Heidepflanzmaßnahmen in Schleswig-Holstein. – *NNA-Berichte*, 6. Jg., 3: 63-66, Norddeutsche Naturschutz-akademie, Schneverdingen.
- SÖRENSEN, U. 1995: Faunistische Grundlagen des Naturschutzgebietes „Bordelumer und Langenhorner Heide und Umgebung“ unter besonderer Berücksichtigung der Stechimmen (Hymenoptera: Aculeata) sowie der Amphibien und Reptilien. – Gutachten im Auftrag des Umweltamtes Nordfriesland, Husum, 142 pp., unveröff.
- SÖRENSEN, U. 1996a: Untersuchung zur Konstanz und Variabilität der Neststandorte von *Coptoformica forsslundi* Lohmander (Hymenoptera: Formicidae) im Naturschutzgebiet „Süderlügumer Binnendünen“ (Nordfriesland). – Gutachten im Auftrag des Umweltamtes Nordfriesland, Husum, 12 pp., unveröff.
- SÖRENSEN, U. 1996b: Die Ameisen (Formicidae, Hymenoptera, Insecta) des Naturschutzgebietes Süderberge (Nordfriesland). – Gutachten im Auftrage des Umweltamtes Nordfriesland, Husum, 22 pp., unveröff.
- SÖRENSEN, U. 1999: *Coptoformica forsslundi* Lohmander, 1949 - eine neue Ameisenart in Deutschland (Hymenoptera: Formicidae). – *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen, Kiel* 7: 481-496.
- SÖRENSEN, U. & SCHMIDT, G. H. 1983: Die hügelbauenden Waldameisen in Waldgebieten der Bredstedter Geest (Schleswig-Holstein) (genus *Formica*, Insecta). – *Zeitschrift für angewandte Zoologie* 70: 285-319.
- VOIGT, N. 1994: Freilandökologische Untersuchung zu ausgewählten Hymenoptera- und Dipterafamilien in verschiedenen Entwicklungsphasen der Heidevegetation. – *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen, Kiel Supplement* 16: 49-82.
- WESSELINOFF, G. D. & HORSTMANN, K. 1968: Vergleichende quantitative Untersuchungen über die Beute der Ameisenarten *Formica polyctena* Foerst. u. *Coptoformica exsecta* Nyl. – *Waldhygiene* 7: 220-222.