

Untersuchungen über Pheromone bei *Formica polyctena* (Förster)

Studies on the Pheromones of *Formica polyctena*
(Förster)

W. Francke, M. Bühring

Institut für Organische Chemie und Biochemie der Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 6, 2 Hamburg 13

und

K. Horstmann

Zoologisches Institut der Universität Würzburg, Röntgenring 10, 8700 Würzburg

Z. Naturforsch. **35 c**, 829–831 (1980);
eingegangen am 27. Mai 1980

Formica polyctena, Volatile Constituents, Pheromone

Methyl-3-isopropylpentanoate is identified from the heads of workers and in higher concentration from heads of old queens of *Formica polyctena* (Förster). In laboratory bioassays this terpenoid ester showed a strong aggression inhibiting effect. While in the abdomina of workers the alarm pheromone undecane is the main compound it is almost completely absent in the abdomina of old queens.

Wir haben die flüchtigen Inhaltsstoffe von Waldameisen untersucht [1] und berichten hier über weitere chemisch-analytische Ergebnisse sowie verhaltensphysiologische Tests mit 3-Isopropylvaleriansäuremethylester.

Es wurden Pentanextrakte von Arbeiterinnen, Jungköniginnen und Altköniginnen sowie Kopf, Thorax und Abdomen von Arbeiterinnen und Altköniginnen der „kleinen Waldameise“ *Formica polyctena* (Förster) gaschromatographisch-massenspektroskopisch untersucht [2].

Das Gaschromatogramm I wurde mit einem Totalextrakt von Arbeiterinnen erhalten. Die Bezeichnung der Peaks stimmt mit der Numerierung in der Tabelle überein.

Tab. I. Flüchtige Inhaltsstoffe von *Formica polyctena*.

1. <i>n</i> -Nonan	7. 3-Isopropylvaleriansäure-
2. <i>n</i> -Decan	methylester
3. <i>n</i> -Undecan	8. <i>n</i> -Dodecan
4. 1-Undecen	9. <i>n</i> -Tridecan
5. 5-Methylundecan	10. 1-Tridecen
6. 3-Methylundecan	11. 5-Methyltridecan
	12. 3-Methyltridecan

Sonderdruckanforderungen an Dr. W. Francke.

0341-0382/80/0900-0829 \$ 01.00/0

Bei der Untersuchung der flüchtigen Inhaltsstoffe einzelner Körperteile wurde festgestellt, daß in der Abdominalfraktion das Alarmpheromon Undecan [3, 4] neben den anderen Kohlenwasserstoffen stets überragendes Hauptprodukt ist, während 3-Isopropylvaleriansäuremethylester, den wir auch in *F. rufa* L. und *F. pratensis* (Deg.) fanden, nur in den Köpfen auftaucht.

Geflügelte Jungköniginnen, die beim Abschwärmen gefangen wurden, unterscheiden sich in ihren leichter flüchtigen Inhaltsstoffen kaum von Arbeiterinnen.

Deutliche Abweichungen finden sich jedoch bei Altköniginnen (Gaschromatogramme II und III). Auffällig ist die nahezu vollständige Abwesenheit von Undecan in den Abdomina, während *n*-Tridecan in üblicher Menge vorhanden ist und somit das Hauptprodukt der Fraktion bildet. Beide Kohlenwasserstoffe steigerten im Verhaltenstest die Bewegungsaktivität von Arbeiterinnen, doch weist die selektive Ausblendung nur einer Alarmkomponente darauf hin, daß Undecan und Tridecan im Kommunikationssystem von *F. polyctena* unterschiedliche Informationen beinhalten.

In hohen Konzentrationen löste Undecan im Labor Aggressivität aus, ein Effekt, der mit Tridecan nicht beobachtet wurde. Möglicherweise ist die Einstellung der Biosynthese von Undecan ein vorteilhafter Schutz der Königin gegenüber den Artgenossen.

In diesem Zusammenhang ist die relativ hohe Konzentration von 3-Isopropylvaleriansäuremethylester in den Köpfen der Altköniginnen bemerkenswert. In Verhaltensversuchen übte diese Verbindung sowohl im Labor als auch im Freilandversuch eine stark beruhigende und aggregierende Wirkung auf Arbeiterinnen aus [5].

In einem abgeschlossenen Gefäß greifen sich Arbeiterinnen von *F. rufa* und *F. polyctena* sofort an; in einer Atmosphäre mit 10^{-10} g des Esters pro ml Luft wurde jedoch in keinem Fall Aggressivität beobachtet. Werden Tiere, die sich bereits ineinander verbissen haben, dieser Atmosphäre ausgesetzt, führt dies zu rascher Einstellung aller Kampfhandlungen.

Die aggressionsauslösende Wirkung der in den Abdomina in hoher Konzentration vorkommenden Ameisensäure konnte durch Beimengung von 0,1% 3-Isopropylvaleriansäuremethylester vollständig unterbunden werden.



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.

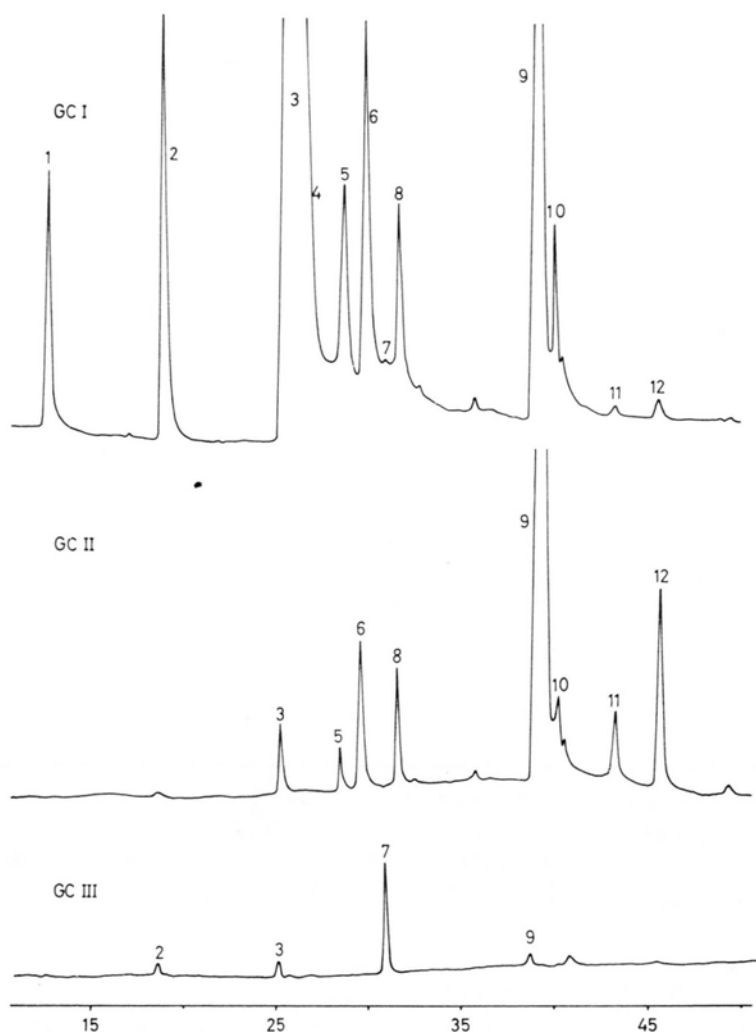


Abb. 1. Flüchtige Inhaltsstoffe von *F. polystena* (je ca. 10 Äquivalente [2]). GC I: Arbeiterinnen; Totalextrakt. GC II: Altköniginnen; Abdomina. GC III: Altköniginnen; Köpfe.

Es zeigte sich, daß 1–10 µg eines 1:1000 Gemisches aus Ester und Undecan, entsprechend den natürlichen Verhältnissen pro Ameise, wesentlich höhere Attraktivität ausüben als die Reinsubstanzen in den jeweiligen Mengen.

Wie aus den Untersuchungen hervorgeht, werden Ester und Undecan in verschiedenen Drüsen produziert, so daß die Ameisen beide Komponenten prinzipiell in unterschiedlichen Konzentrationen abgeben können. Dadurch läßt sich unter Umständen eine durch Undecan ausgelöste Bewegungsaktivität aufgrund der Attraktivität des Esters z. B. im Ver-

lauf eines Angriffs unter natürlichen Bedingungen zielgerecht induzieren.

Die Reaktion von Arbeiterinnen auf 3-Isopropylvaleriansäuremethylester ähneln den von Maschwitz [6] beschriebenen Effekten mit Kopfdrüsensekret, so daß es sich hierbei um eine entsprechende bislang unbekannte Komponente handeln könnte. In *Myrmica rubra* L. wirkt Octanon-2 als Hauptkomponente des Mandibulardrüsensekrets in ähnlicher Weise aggressionsinhibierend [7].

Eine Attraktivsubstanz mit sedativer Wirkung mag für Königinnen insofern von großer Bedeutung

sein, als dadurch bei *F. rufa* und *F. pratensis* die Einwanderung in fremde Nester erheblich erleichtert wird bzw. bei *F. polycтена* die Adoption begatteter neuer Königinnen in den Königinnenvorrat

besser gelingt. Darüberhinaus kann eine solche Substanz ein gewisses Pflegeverhalten der Arbeiterinnen gegenüber der Königin auslösen, ähnlich wie die Königinnensubstanz bei Bienen.

- [1] M. Bühring, W. Francke u. V. Heemann, Z. Naturforsch. **31 c**, 784 (1976).
- [2] G. C. Analytik, 50 m, 0,25 m i. D. Stahlkapillare mit Marlophen 87 als stationäre Phase unter Temperaturprogramm mit 2 °C pro Minute von 50–140 °C, direkte Kopplung mit einem Massenspektrometer Varian MAT 111.
- [3] G. Bergström u. J. Löfqvist, J. Insect Physiol. **16**, 2353 (1970).
- [4] J. Löfqvist, J. Insect Physiol. **22**, 1331 (1976).
- [5] M. Bühring, Dissertation, Hamburg 1978.
- [6] U. Maschwitz, Z. vergl. Physiol. **47**, 596 (1964).
- [7] M. C. Tricot, J. M. Pasteels u. B. Tursch, J. Insect Physiol. **18**, 499 (1972).