

10. Zusammenfassung

In Experimenten mit einem künstlichen Gangsystem wurde das Spurorientierungsverhalten von *Dolichovespula saxonica*, *Vespula vulgaris* und *Vespa crabro* (Vespinæ) verglichen. Dabei ließ sich nachweisen, daß nicht nur die obligaten Höhlenbrüter *V. vulgaris* und *V. crabro*, sondern auch die typischerweise freihängend nistende Art *D. saxonica* Spurpheromone produziert und zur Nestorientierung beim Laufen in einem Gangsystem einsetzen kann (Kapitel 3).

Die Spur wird vorrangig von jungen, unerfahrenen Arbeiterinnen zur Nestorientierung genutzt. Erfahrene Arbeiterinnen orientieren sich optisch, im Dunkeln gewinnt jedoch die Spur auch für sie wieder an Bedeutung. Bei *V. crabro* orientiert sich hingegen die Mehrheit der erfahrenen Arbeiterinnen auch im Hellen anhand der chemischen Spur zum Nest (Kapitel 4).

Als ein weiterer Unterschied zu *V. crabro* ist die terrestrische Spur bei *D. saxonica* und *V. vulgaris* nicht koloniespezifisch (Kapitel 5). Das unterschiedliche Spurfolgeverhalten bei *V. vulgaris* und *V. crabro* trotz ihres ähnlichen Nisthabitats erklärt sich aus der Hypothese, daß der Übergang zum Höhlenbrüten in beiden Arten wahrscheinlich unabhängig voneinander erfolgte. Diese Annahme wird durch phylogenetische Daten anderer Autoren unterstützt.

Die chemische Analyse der Spur von *V. vulgaris* ergab, daß sie ausschließlich aus Kohlenwasserstoffen (C₂₂-C₃₅) besteht, die auch in der Cuticula der Arbeiterinnen zu finden sind und die des weiteren den Nestgeruch einer Kolonie ausbilden (Kapitel 6). Es wurde die Hypothese entwickelt, daß die Wespen beim Laufen die Substanzen von der Cuticula an das Substrat abstreifen und den so entstandenen verlängerten Nestgeruch als Spur nutzen. Diese Überlegung trifft vermutlich auch für *V. crabro* zu und erklärt die Existenz einer Spur bei *D. saxonica*.

Für *V. vulgaris* konnte durch Biotests verdeutlicht werden, daß der Nestgeruch einer zeitlichen Veränderung unterliegt. Nestgenossinnen, die aus dem Nest entfernt und 17 Tage bei -76°C tiefgefroren aufbewahrt worden waren, wurden von den Arbeiterinnen nicht mehr als kolonieeigen erkannt, sondern attackiert. Im Gegensatz dazu wurden Nestgenossinnen, die nur einige Stunden tiefgefroren worden waren, signifikant seltener aggressiv behandelt. In weiteren Versuchen konnte gezeigt werden, daß eine Änderung des Nestgeruchs über den Austausch volatiler Komponenten mit dem umgebenden Luftraum erfolgt. Die Nestgerüche von zwei nebeneinander im selben Luftraum gehaltenen *V. vulgaris*-Nestern glichen sich

innerhalb von kurzer Zeit aneinander an. Nach 10 Tagen wurden die Arbeiterinnen der Nachbarkolonie genau so wie Kolonienmitglieder, also signifikant weniger aggressiv behandelt als zu dem Zeitpunkt der vollständigen Trennung beider Nester. Ein Körperkontakt zwischen den Arbeiterinnen beider Nester war während der gesamten Zeit verhindert worden. Der Austausch volatiler Nestgeruchskomponenten über den gemeinsamen Luftraum war daher die einzige Möglichkeit für die Angleichung der Nestgerüche (Kapitel 7).

Trotz der präzisen Fähigkeit von *V. vulgaris* zur Erkennung von kolonieweigen und koloniefremd gelingt es dem parasitoiden Käfer *Metoecus paradoxus*, während seines Aufenthaltes innerhalb der *V. vulgaris*-Wirtskolonie von den Wespen nicht attackiert zu werden. Der Frage nach einer chemischen Tarnung des Käfers wurde in chemische Analysen des cuticulären Kohlenwasserstoffprofils von *M. paradoxus* im Vergleich mit *V. vulgaris* nachgegangen. Dabei zeigte sich, daß der Käfer nur 29 der 95 Verbindungen der Wirtskolonie auf seiner Cuticula aufweist und er damit das Kohlenwasserstoffprofil seiner Wirtskolonie nur unvollständig nachahmt. In Biotests wurde jedoch ein kolonieweigener Käfer signifikant weniger attackiert als ein koloniefremder. Möglicherweise umfassen die 29 von *V. vulgaris* nachgeahmten Verbindungen in der Cuticula von *M. paradoxus* Schlüsselsubstanzen, die die koloniespezifischen Mengenverhältnisse der entsprechenden Substanzen bei *V. vulgaris* imitieren und durch die eine Koloniezugehörigkeit des Käfers vorgetäuscht wird (Kapitel 8).

Abstract

Trail following behaviour of *Dolichovespula saxonica*, *Vespula vulgaris* and *Vespa crabro* (Vespinae) was investigated in experiments with an artificial tunnel system. *D. saxonica* that typically has free nests was found to produce trail pheromones used for nest orientation while walking through the tunnel system as it was known from the obligate cavity breeding species *V. crabro* and *V. vulgaris* (chapter 3).

In *V. vulgaris* and *D. saxonica*, the trail is used for nest orientation mainly by young, inexperienced foragers. Experienced foragers orient themselves visually. Under reduced light regime, they also orient chemically. In *V. crabro*, however, the majority of foragers use the trail for orientation irrespectively of the light regime (chapter 4). In contrast to *V. crabro* the terrestrial trails of *D. saxonica* and *V. vulgaris* are not colony specific (chapter 5). These differences in trail following behaviour between *V. crabro* and *V. vulgaris* despite their similar nest habitats are probably due to the convergent evolution of cavity breeding in both species. This assumption is supported by phylogenetic data obtained from other authors.

Chemical analysis of the trail of *V. vulgaris* revealed that it consists exclusively of hydrocarbons (C₂₂-C₃₅) that are also found on the cuticle and in the profile of the nest odour. Most likely, the hydrocarbons are transferred by foragers passively from their cuticles to the substrate while walking outside the nest. In this way the nest odour is lengthened as a trail and used for nest orientation. This hypothesis may also apply to *V. crabro* and could easily explain the existence of a trail in *D. saxonica* (chapter 6).

Biotests with *V. vulgaris* demonstrate the temporal change of the nest odour. Nestmates removed from the nest and frozen for 17 days were not accepted as colony members and were attacked. On the contrary, nestmates only frozen for few hours were attacked significantly less frequently.

In experiments with two *V. vulgaris*-nests in a twin nest box before and after they were kept simultaneously in the same aerial space it was shown that the change of nest odour can be induced by an exchange of volatile compounds via the aerial surroundings the nest. 10 days after the two colonies had been placed in the same aerial space, members of the neighbouring colony were treated with a similar low rate of aggression as nestmates. Before the two nests were kept together the rate of aggression was significantly higher between both colonies. Since a direct contact of

the members of both colonies was prevented, the exchange of volatile compounds was the only possibility for the mutual adjustment of the nest odours (chapter 7). Despite the precise ability of *V. vulgaris* to distinguish colony members from alien individuals the parasitoid beetle *M. paradoxus* is able to stay inside the *V. vulgaris* host colony without being attacked by the wasps. Whether this is achieved by chemical mimicry was investigated in chemical analyses of the cuticular hydrocarbon profiles of the beetle and *V. vulgaris*. Only 29 of the 95 cuticular compounds of *V. vulgaris* could be found in *M. paradoxus*. Thus, the parasitoid does not mimic the whole hydrocarbon profile of the host. However, biotest data show that a beetle from the own nest was attacked less frequently by *V. vulgaris*-foragers than a beetle from an alien colony. Among the 29 cuticular hydrocarbons of *M. paradoxus* that are also found on the cuticle of *V. vulgaris*, there could be key substances mimicking the colony specific quantities of the corresponding compounds of *V. vulgaris*. The congruence of these key compounds may feign a colony membership of the beetle (chapter 8).