

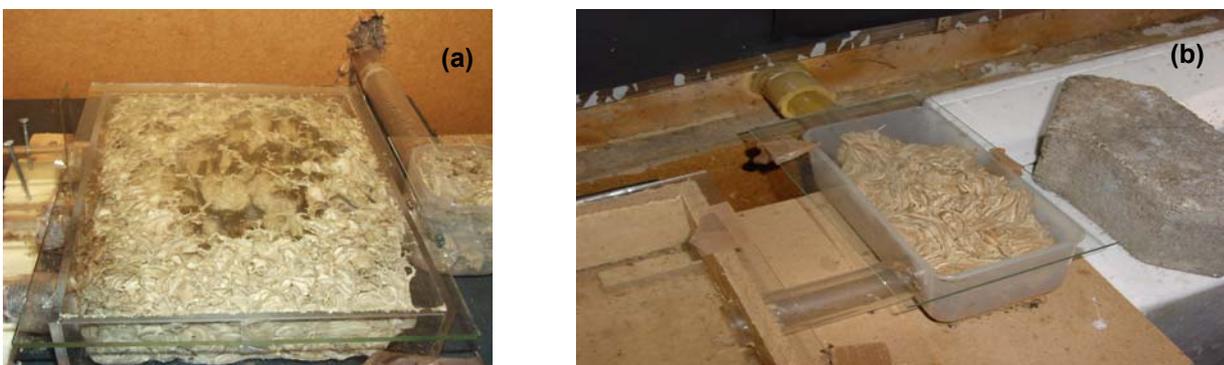
## 9. Allgemeine Diskussion

Obwohl die Abgrenzung von Kolonien sozialer Insekten durch einen koloniespezifischen Nestgeruch nicht unfehlbar ist und von Parasiten unterlaufen werden kann (vgl. Kapitel 8), stellt sie einen wichtigen und erfolgreichen Mechanismus zur Identifizierung von Koloniefremden dar (SINGER et al. 1998). In den in Kapitel 7 durchgeführten Versuchen zeigte sich, daß auch *V. vulgaris*-Arbeiterinnen sehr präzise die Unterscheidung zwischen Nestgenossinnen und Nicht-Nestgenossinnen vornehmen. Für Ameisen und einige Wespenarten wurde nachgewiesen, daß es sich bei den in diesem Kontext verwendeten cuticulären Schlüsselsubstanzen um dieselben handelt, wie sie als allumfassender Koloniegeruch im Nestsubstrat enthalten sind (ESPELIE et al. 1990, ESPELIE und HERMANN 1990, LORENZI 1992, SINGER et al. 1992). Dabei verteilen sich die entsprechenden Substanzen innerhalb einer Kolonie durch direkte Kontakte der Kolonimitglieder untereinander und mit dem Nestsubstrat (CROZIER und DIX 1979, PFENNIG et al. 1983a). Die Beteiligung volatiler Komponenten, die eine Verteilung des Nestgeruchs über den Luftraum ermöglichen, war in den bisherigen Arbeiten hingegen nur selten beschrieben (BOULAY et al. 2001). Mit der beobachteten Abnahme der Aggression von *V. vulgaris*-Arbeiterinnen gegenüber Mitgliedern eines Nachbarnestes, das sich eine längere Zeit im selben Luftraum wie das eigene Nest befand, konnte erstmals für Wespen auf die Flüchtigkeit der Kohlenwasserstoffe des Nestgeruchs rückgeschlossen werden. Dabei wurde deutlich, daß nicht nur die Moleküle über den Luftraum ausgetauscht worden sind, sondern ebenfalls von der Cuticula der Arbeiterinnen adsorbiert worden sein müssen. Des weiteren verdeutlicht die Angleichung der Nestdüfte den Einfluß exogener Faktoren auf die Zusammensetzung des Nestgeruchs bei *V. vulgaris*. Exogene Faktoren wie z. B. die Qualität der Nahrungsressourcen außerhalb des Nestes ändern sich ständig und können eine zeitliche Veränderung des Nestgeruchs innerhalb einer Kolonie bedingen, wie es auch bei *V. vulgaris* beobachtet werden konnte (Kapitel 7).

Mit den Ergebnissen der durchgeführten Verhaltensexperimente ist die Wechselwirkung zwischen allumfassendem Nestgeruch und cuticulären Bestandteilen auch für *V. vulgaris* experimentell gezeigt worden. Als Gegenstand weiterer Forschung wäre eine begleitende chemische Analyse der Kohlenwasserstoffe von Nestsubstrat und Cuticula der beteiligten Kolonien während einer Angleichung der Nestgerüche von großem Interesse.

Neben der Erkennung von Nestgenossinnen wird der koloniespezifische Nestgeruch von vielen Wespenarten zur Identifizierung des eigenen Nestes genutzt (SINGER et al. 1998). Im Gegensatz zu dieser Orientierungsfunktion des Nestgeruchs im Nahbereich ist die Bedeutung des Nestgeruchs zur Nestorientierung über längere Distanzen hingegen ein bisher noch nicht beschriebener Aspekt. Die Ergebnisse aus Kapitel 6 machen deutlich, daß zumindest *V. vulgaris* den verlängerten Nestgeruch als Spur zu nutzen scheint, in der sich ausschließlich cuticuläre bzw. Nestgeruch-Kohlenwasserstoffe nachweisen ließen. Die Ergebnisse der Arbeit von SIEBEN (1999) lassen vergleichbare Rückschlüsse für *V. crabro* zu. Die Hypothese, daß die Spur bei den Vespinae den verlängerten Nestgeruch darstellt, liefert darüber hinaus eine plausible Erklärung für den Nachweis einer chemischen terrestrischen Spur bei der überwiegend freihängende Nester bauenden Wespenart *D. saxonica* (vgl. Kapitel 3). Nach der hier vorgestellten Hypothese ist es vorstellbar, daß die Arbeiterinnen bei *D. saxonica* wie auch bei *V. vulgaris* und *V. crabro* während des Laufens über eine längere Strecke die Kohlenwasserstoffe des Nestgeruchs passiv von ihrer Cuticula an das Substrat abstreifen. *D. saxonica* konnte dadurch in dem künstlichen Tunnelsystem dieselbe Strategie („Folge dem Nestgeruch bis ins Nestinnere“) anwenden wie sonst unter natürlichen Bedingungen beim Anflug auf den Eingang eines freihängenden Nestes.

Ein weiteres Indiz dafür, daß die Spur aus dem Nestgeruch besteht, ist die Beobachtung, daß in den Versuchsanlagen die Arbeiterinnen dreier *V. vulgaris*- und einer *V. crabro*-Kolonie Nesthülle und Waben in einem der Durchlaufkästen bauten (Abb. 25).



**Abb. 25a, b:**  
Nestbauverhalten bei *V. vulgaris* (a) und *V. crabro* (b) außerhalb ihres Nistkastens. Die Arbeiterinnen bauten Nesthülle und Waben in die Durchlaufkästen der Versuchsanlage, die sie vorher auf dem Weg in das eigentliche Nest (etwa einen Meter links vom bebauten Kasten entfernt) nur passiert hatten (vgl. Abb. 5 im Abschnitt 2.2).

Dieses Nestbauverhalten außerhalb des eigentlichen Nistkastens könnte damit erklärt werden, daß der Luftraum des Durchlaufkastens wegen der bespurten Bodenplatte wie das Nest gerochen hat. In Kombination mit der Geräumigkeit des Durchlaufkastens könnte dies ein auslösender Reize für das Bauverhalten der Arbeiterinnen gewesen sein. Interessant wären Untersuchungen, ob sich ein derartiges Phänomen auch an natürlichen Niststandorten beobachten läßt, an denen es allerdings im allgemeinen keine derart geräumige Hohlräume außerhalb der Nisthöhle gibt wie in dem künstlichen Gangsystem.

Sowohl einem nach morphologischen und ethologischen Merkmalen (CARPENTER 1987) als auch einem nach molekularbiologischen Daten erstellten Stammbaum der Vespinae (SCHMITZ 1997) (vgl. Abschnitt 1.3) zufolge ergibt sich als sparsamste Erklärung, daß der Übergang zum Höhlenbrüten innerhalb der Gattungen *Vespa*, *Vespula* und *Dolichovespula* höchstwahrscheinlich unabhängig voneinander erfolgte. In der Gattung *Provespa* sind die Gegebenheiten ähnlich wie bei *Dolichovespula* - charakteristisch sind hier ebenfalls freihängende Nester, *P. anomala* nistet jedoch, wie *D. saxonica*, gelegentlich in geschlossenen Räumen (MATSUURA 1991). Von Interesse ist die Frage, ob und in welcher Weise hierbei der Nestgeruch ebenfalls als Spurpheromon genutzt wird.

Bei einem konvergenten Übergang zu einer Nistweise in Höhlen ist es nicht verwunderlich, wenn sich einige Unterschiede innerhalb der entsprechenden Taxa in der Art der Spurnutzung erkennen lassen. Dabei hängen diese Unterschiede offensichtlich nicht mit dem Nisthabitat zusammen, sondern vermutlich mit der phylogenetischen Stellung, denn für *V. vulgaris* (obligater Höhlenbrüter) und das Schwestertaxon *D. saxonica* (gelegentlicher Höhlenbrüter) ergeben sich Gemeinsamkeiten gegenüber der obligat höhlenbrütenden Art *V. crabro*. So ist die Bedeutung der Spur gegenüber optischen Informationen sowohl für erfahrene *V. vulgaris*- als auch für erfahrene *D. saxonica*-Arbeiterinnen im Hellen wesentlich geringer als für *V. crabro* (vgl. Kapitel 4). Des weiteren wird die Spur in den beiden erstgenannten Wespenarten von den Arbeiterinnen im Gegensatz zu *V. crabro* nicht koloniespezifisch bewertet, obwohl sie in allen drei untersuchten Arten koloniespezifische Bestandteile zu enthalten scheint (vgl. Kapitel 5). Angesichts der Hypothese, daß die Spur aus dem Nestgeruch besteht, dem die Wespenarbeiterinnen bei der Erkennung von Nestgenossinnen koloniespezifische Informationen entnehmen (Kapitel 7), verwundert dies zunächst. Allerdings sind die

Begriffe "anonym" und "spezifisch" relativ und können in einem bestimmten Kontext (Erkennung des Nestgeruchs) koloniespezifisch, in einem anderen Zusammenhang hingegen (Spurorientierung) als anonym wahrgenommen werden (HÖLLDOBLER und CARLIN 1987). Koloniespezifische Informationen in der Spur sind für *V. vulgaris* und *D. saxonica* vermutlich deshalb nicht notwendig, weil sich die erfahrenen Arbeiterinnen zumindest im Hellen im Gegensatz zu *V. crabro* auch unabhängig von der Spur optisch zum Nest orientieren können (Kapitel 4). Die Wiedererkennung der einmal erlernten spezifischen optischen Gegebenheiten in der unmittelbaren Nähe des eigenen Nestes bietet eine genügend hohe Gewähr, sich keinem fremden Nest zu nähern. Nach diesen Überlegungen könnte auch eine fremde chemische Spur bereits durch die Wahrnehmung der begleitenden optischen Informationen als "richtig" bewertet werden.

Mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit ergibt sich folgendes umfassende Bild von der Bedeutung des Nestgeruchs bei sozialen Faltenwespen:

Der Nestgeruch wurde von den solitären Vorfahren der Vespidae zur Erkennung des eigenen freihängenden Nestes genutzt (JEANNE 1975, GAMBOA et al. 1986 b). Die Fähigkeit dieser chemischen Perzeption stellte eine Präadaptation dar für den Übergang zur Sozialität, bei der Nestgenossinnen von Koloniefremden anhand der cuticulären Nestgeruch-Kohlenwasserstoffe unterschieden werden (GAMBOA et al. 1986 b). Des weiteren kann das Erlernen des Nestgeruchs als Präadaptation gewertet werden für den Übergang zum Nisten in dunklen Höhlen, in denen verglichen mit einer Brutsituation im Freien veränderte Orientierungsmechanismen benötigt werden. Es ergibt sich somit eine Vorstellung von der Evolution der chemischen Spuren innerhalb der sozialen Wespen, bei der ein Übergang zum Höhlenbrüten nicht durch die Evolvierung spezieller Spurpheromone begleitet wurde, sondern der Nestgeruch bzw. die cuticulären Kohlenwasserstoffe durch Abstreifen auf den Laufpfaden als chemische Spur genutzt werden konnte.

