

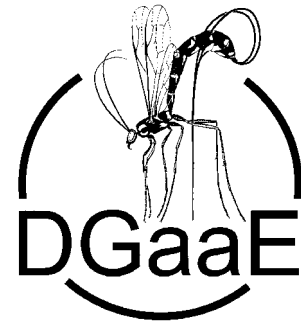
**Beiträge der  
Hymenopterologen-Tagung in Stuttgart  
(3.-5.10.2008)**

Herausgeber:  
Hans R. Schwenninger  
Lars Krogmann, Volker Mauss

## Arbeitskreis Hymenoptera der DGaaE

<http://www.dgaae.de> → Arbeitskreise

DGaaE-Geschäftsstelle  
c/o Deutsches Entomologisches Institut am ZALF  
Eberswalder Straße 84, D-15374 Müncheberg  
Telefon: 033432/824777, Fax: 033432/824706  
Email: [dgaae@dgaae.de](mailto:dgaae@dgaae.de)



Die Druckkosten für den Tagungsbandes werden von der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie e.V. bezuschusst. Auf der Website des DGaaE-Arbeitskreises Hymenoptera finden Sie **PDFs dieses Tagungsbandes** sowie aller vorangehenden Tagungsbände.

### Beiträge der Hymenopterologen-Tagung in Stuttgart (3.-5.10.2008)

Zitiervorschlag: Beitr. Hymenopt.-Tagung Stuttgart [2008]

ISSN 1614-3140

Herausgeber:

Hans R. SCHWENNINGER  
c/o Arbeitskreis Wildbienen-Kataster  
im Entomologischen Verein Stuttgart  
Rosenstein 1  
70191 Stuttgart  
[h.u.k.schwenninger@t-online.de](mailto:h.u.k.schwenninger@t-online.de)

Dr. Lars KROGMANN, Volker MAUSS  
Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart  
Abteilung Entomologie  
Rosenstein 1  
70191 Stuttgart  
[volker.mauss@gmx.de](mailto:volker.mauss@gmx.de)  
[krogmann.smns@naturkundemuseum-bw.de](mailto:krogmann.smns@naturkundemuseum-bw.de)

Redaktion:

Dr. Stephan M. BLANK  
Deutsches Entomologisches Institut am ZALF  
Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg  
Telefon: 033432/824730, Fax: 033432/824706  
Email: [blank@zalf.de](mailto:blank@zalf.de)

Referiert in: *Entomology Abstracts*, *Zoological Record*.

**Titelseite:** *Celonites abbreviatus* (Villers, 1789), **Zeichnung:** Erwin SCHEUCHL (Original)

# Beiträge der Hymenopterologen-Tagung in Stuttgart (3.-5.10.2008)

## Kurzfassungen der Vorträge und Poster

### Inhalt

BRODMANN, J., TWELE, R., FRANCKE, W. & AYASSE, M.: Orchidee betreibt chemische Mimikry und lockt Beute-jagende Wespen zur Bestäubung an	21
BURGER, H., DÖTTERL, S., GALIZIA, G., & AYASSE, M.: Wirtspflanzenerkennung oligolektischer Bienen	8
COLLATZ, J., TOLASCH, T. & STEIDLE, J. L. M.: Partnerfindung bei <i>Cephalonomia tarsalis</i> : Zwei Wege zum Herzen einer Frau	24
CONRAD, T., PAXTON, R., BARTH, F. G. & AYASSE, M.: Welche Kriterien nutzen Weibchen der roten Mauerbiene, <i>Osmia rufa</i> (L.) (Megachilidae), bei der Partnerwahl?	26
EISCHEID, J. & WITTMANN, D.: Beine der Ölbienen: Öl-Aufnahme, Adhäsion und Entladung	27
EXELER, N., HOCHKIRCH, A. & KRATOCHWIL, A.: Populationsgenetik der Heidekraut-Sandbiene <i>Andrena fuscipes</i> (Hymenoptera: Andrenidae)	29
GHANEM, S., KALKO, E. K. V., SCHULZ, S., DECHMANN, D. & AYASSE, M.: Repellente Substanzen der Ameise <i>Dolichoderus bispinosus</i> und der Fledermaus <i>Lophostoma silvicolum</i> ermöglichen eine Übernahme von Nestern der Termiten <i>Nasutitermes corniger</i>	30
GÖGLER, J., STÖKL, J., SRAMKOVA, A., TWELE, R., FRANCKE, W., COZZOLINO, S. & AYASSE, M.: Artbildung bei durch Kuckuckshummeln bestäubten Sexualtäuschorchideen der Gattung <i>Ophrys</i>	22
HAMM, A. & WITTMANN, D.: Nischenüberlappung zwischen Wild- und Honigbienen	31
KRATOCHWIL, A., BEIL, M. & SCHWABE, A.: Blütenpflanzen-Wildbienen-Netzwerke in Sandtrockenrasen: Theoretische Ansätze und praktische Gesichtspunkte für Naturschutzstrategien	14
KRAUSCH, S., SCHANOWSKI, A., SCHWENNINGER, H. R. & KRATOCHWIL, A.: Fragmentierte Wildbienen-Gemeinschaften (Hymenoptera, Apoidea) von Binnendünen-Lebensräumen: Artenzusammensetzung, Blütenbesuchsverhalten und Entwicklungspotential im Nordwesten Baden-Württembergs	32
KREUTER, K., BUNK, E., SRAMKOVA, A., TWELE, R., FRANCKE, W. & AYASSE, M.: Wirtsnestererkennung bei generalistischen und spezialisierten Kuckuckshummeln	23
KROGMANN, L., DAY, M. C., AUSTIN, A. D. & COOPER, S. J. B.: Advances in Australian spider wasp systematics (Hymenoptera: Pompilidae). Fortschritte in der Systematik der Australischen Wegwespen (Hymenoptera: Pompilidae)	35
KROGMANN, L.: Systematik und Biogeographie der australischen Rhopalosomatidae (Hymenoptera: Apocrita)	17
KUHLMANN, M.: Bees at the Cape - Climate as a driving force of evolution? Wildbienen am Kap - Klima als treibende Kraft der Evolution?	10

LOHRMANN, V. & OHL, M.: Die Rhopalosomatiden - eine wenig bekannte Familie parasitoider Wespen und die Phylogenie der Vespoidea (Hymenoptera) . . . . .	18
LUNAU, K.: Sinnesökologie von Bienen beim Blütenbesuch . . . . .	5
MAUSS, V., MÜLLER, A., & YILDIRIM, E.: Untersuchungen zur Bionomie der Pollenwespe <i>Ceramius palaestinensis</i> (GIORDANI SOIKA, 1957) in der Osttürkei (Hymenoptera, Vespidae, Masarinae) . . . . .	16
PAXTON, R. J., FITZPATRICK, Ú., BROWN, M. J. F. & MURRAY, T. E.: Bee-BOL and DNA barcoding: an example revealing cryptic species diversity within the common and widespread bumble bee <i>Bombus lucourum</i> s.l. . . . .	13
PRAZ, C. J., MÜLLER, A. & DORN, S.: Floral specializations in osmiine bees (Hymenoptera: Megachilidae): the role of pollen nutritional quality and host recognition . . . . .	6
RIEDEL, J., SCHINDLER, M., HAMM, A. & WITTMANN, D.: Bestäubungsökologie gefährdeter Blütenpflanzen auf Bärwurzweiden und Borstgrasrasen der Eifel . . . . .	36
ROTTLER, A.-M. & AYASSE, M.: Die Empfindlichkeit antennaler Rezeptoren für das Königinnenpheromon bei <i>Bombus terrestris</i> Arbeiterinnen . . . . .	36
SCHÄFFLER, I., MILCHREIT, K. & DÖTTERL, S.: Wirtspflanzenfindung und Brutfürsorge der Ölbiene <i>Macropis fulvipes</i> . . . . .	9
SCHINDLER, M. & BECKER, A.: Förderung von Wildbienen durch die Anlage von Blühstreifen auf Ackerstandorten . . . . .	15
SCHINDLER, M.: Umfasst <i>Nomada fabriciana</i> F. (Hymenoptera, Apiformes) zwei Biospecies? . . . . .	37
SCHURMANN, D. & STEIDLE, J. L. M.: Geruchslernen bei <i>Nasonia vitripennis</i> im ökologischen Kontext . . . . .	38
SEDIVY, C., PRAZ, C. J., MÜLLER, A. & DORN, S.: Muster der Wirtspflanzenwahl bei Bienen der Gattung <i>Chelostoma</i> (Hymenoptera: Megachilidae) . . . . .	7
STEIDLE, J. L. M., COLLATZ, J. & TOLASCH, T.: Wirtsfindung mit chemischen Signalen bei parasitischen Wespen: Eine Überprüfung des reliability-detectability-Konzepts . . . . .	19
WITJES, S. & ELTZ, T.: Reading pollinator footprints on natural flowers: A new approach for pollination ecologists . . . . .	40
ZIMMERMANN, Y. & ELTZ, T.: Single mating in two species of <i>Euglossa</i> orchid bees revealed by microsatellites . . . . .	41

## Sinnesökologie von Bienen beim Blütenbesuch

Klaus LUNAU

Heinrich-Heine-Universität, AG Sinnesökologie WE Biologie  
Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf, Deutschland, Email: lunau@uni-duesseldorf.de

Bienen erbringen beim Blütenbesuch erstaunliche Sinnesleistungen, darunter den Flug zwischen Nest und Futterquelle und das Wiederfinden des Nestes, das Auffinden geeigneter Blüten als naive Individuen auf der Grundlage angeborener Präferenzen, die Unterscheidung der Blüten einer Futterpflanze von denen anderer Futterpflanzen und die Auswahl geeigneter Blüten ihrer Futterpflanze. Dabei unterliegen sie engen Limitierungen durch den Bau der Sinnesorgane und die Anzahl von verschiedenen Rezeptortypen. Es werden vier Schwerpunkte der Sinnesökologie von Bienen beim Blütenbesuch behandelt:

1. Angeborene Farbpräferenzen naiver Hummeln. Es wird gezeigt, wie naive Hummeln angebotenermaßen verschiedene Farbinformationen bei der Wahlentscheidung für den Blütenanflug einbeziehen.
2. Orientierung an Blütenfarbmustern und Blütenmalen. Beim Anflug auf Blüten zielen Hummeln auf den medianen, basalen Bereich und berühren ihn mit ihren Antennen vor der Landung. An Blüten mit Farbmustern richtet sich die Antennenreaktion auf farblich kontrastierende Blütenmale hoher Farbreinheit. Dabei werden Blütenmale unter 1 mm Durchmesser wahrgenommen und gezielt mit den Antennenspitzen berührt.
3. Detektion und Auswahl von Pollen und Pollenfutterpflanzen. Die Antennenreaktion an kontrastierenden Blütenmalen wird als Verhalten angesehen, das die Antennen mit Antheren und Pollen bzw. ihren Geschmacksstoffen in Kontakt bringt. Es werden potentielle sensorische Kennzeichen von Pollen vorgestellt.
4. Blütenpräferenzen während des blütensteten Fouragierens zur Vermeidung belohnungsarmer Blüten. Das stereotype Anflugverhalten mit abschließender Antennenreaktion bietet den Blütenpflanzen Möglichkeiten, das Verhalten von Bienen beim Blütenbesuch gezielt zu manipulieren. Es werden Experimente vorgestellt, die aufzeigen, wie Blütenpflanzen die Entwicklung von Präferenzen für stärker belohnende Blüten erschweren.

## Floral specializations in osmiine bees (Hymenoptera: Megachilidae): the role of pollen nutritional quality and host recognition

Christophe J. PRAZ, Andreas MÜLLER & Silvia DORN

ETH Zürich, Institut für Pflanzenwissenschaften, Angewandte Entomologie  
Schmelzbergstrasse 9/LFO, 8092 Zürich, Schweiz

Email: christophe.praz@ipw.agrl.ethz.ch, andreas.mueller@ipw.agrl.ethz.ch, silvia.dorn@ipw.agrl.ethz.ch

The evolutionary forces underlying floral specialization in bees (oligolecty) remain unclear. In this study, we investigated two physiological aspects that may influence the host spectrum of solitary bees, namely pollen nutritional quality and host recognition.

Four osmiine bee species – each specialized to a different host – were forced to develop on non-host pollen diets. Unhatched eggs of one species were transferred onto the pollen and nectar provisions of another species. Pollen diets of Asteraceae and *Ranunculus* (Ranunculaceae) proved to be inadequate for all bee species tested except those specialized on these plant taxa. Further, pollen of *Sinapis* (Brassicaceae) and *Echium* (Boraginaceae) failed to support larval development in one bee species specialized on *Campanula* (Campanulaceae). These results strongly suggest that pollen of these four taxonomic groups possesses protective properties that hamper digestion. Therefore, pollen chemical composition is postulated to strongly influence the pollen-host spectrum of bees.

In these experiments, however, the oligolectic bee species *Heriades truncorum* (Megachilidae), which exclusively collects pollen on Asteraceae in nature, could develop normally on several types of non-host pollen diets, indicating that the nutritional quality of pollen does not entirely account for the oligolectic habit of this species. This observation raises two important questions regarding the neurological process underlying host recognition and selection in solitary bees. First, the larvae grown on non-host pollen will become adults that have never been in contact with the pollen of their species-specific host. This enables the investigation of a recurrent question in host recognition in solitary bees, namely whether experience during the early life stages influences floral choices in adult bees (imprinting theory). Second, it remains unclear whether females of *Heriades truncorum* will collect suitable non-host pollen in the absence of their normal hosts, the Asteraceae. These two aspects were investigated collectively in choice experiments in cages by comparing the floral preferences of adults reared on host pollen with those of individuals successfully grown on two different types of non-host pollen, *Echium* and *Campanula*. Females were allowed to nest in cages where both host and non-host flowers were available. All females, regardless of larval diet, restricted pollen collection to the Asteraceae, although they visited the flowers of both host and non-host plants for nectar. When offered only the non-host pollen source, females ceased nesting activities. Host choice in *Heriades truncorum* thus appeared as a surprisingly conserved trait that was not influenced by experience, and oligolecty seems to be based on neurological rather than nutritional constraints in this species.

PRAZ, C.J., MÜLLER, A. & DORN, S. 2008: Specialized bees fail to develop on non-host pollen: do plants chemically protect their pollen? – *Ecology* 89: 795-804

PRAZ, C.J., MÜLLER, A. & DORN, S. 2008: Host recognition in a pollen-specialist bee: evidence for a genetic basis. – *Apidologie*, in press.

## Muster der Wirtspflanzenwahl bei Bienen der Gattung *Chelostoma* (Hymenoptera: Megachilidae)

Claudio SEDIVY, Christophe J. PRAZ, Andreas MÜLLER & Silvia DORN

ETH Zürich, Institut für Pflanzenwissenschaften, Angewandte Entomologie

Schmelzbergstrasse 9/LFO, 8092 Zürich, Schweiz

Email: claudio.sedivy@ipw.agrl.ethz.ch, christophe.praz@ipw.agrl.ethz.ch, andreas.mueller@ipw.agrl.ethz.ch, silvia.dorn@ipw.agrl.ethz.ch

Für die Untersuchung der Evolution der Wirtspflanzenwahl bei Bienen der Gattung *Chelostoma* analysierten wir die Pollenquellen von 35 palaearktischen, nordamerikanischen und indomalayischen Arten mittels mikroskopischer Analyse der Pollenladungen von 634 Weibchen. Zusätzlich rekonstruierten wir die Phylogenie dieser 35 Arten aufgrund morphologischer Merkmale und der Sequenzen von vier Genen. Zwei *Chelostoma*-Arten erwiesen sich als Pollengeneralisten (polylektisch), alle anderen Arten als strenge Pollenspezialisten (oligolektisch) entweder auf Ebene der Pflanzenfamilie oder der Pflanzengattung. Die oligolektischen Arten nutzen den Pollen von zehn verschiedenen Pflanzenfamilien und acht Pflanzenordnungen, die über alle wichtigen Verwandtschaftslinien der Angiospermen verteilt sind. Oligolektisches Verhalten erwies sich als ursprünglich, und die beiden polylektischen Arten haben sich aus oligolektischen Vorfahren entwickelt. Mehrere Faktoren sprechen dafür, dass die Nutzung von Pollenquellen innerhalb der Gattung *Chelostoma* physiologisch und neurologisch stark limitiert ist: i) Die beiden polylektischen Arten verbreiterten ihr Wirtspflanzenspektrum nicht zufällig, sondern unter Beibehaltung der Pollenquellen ihrer oligolektischen Vorfahren und unter zusätzlicher Nutzung der spezifischen Pollenquellen nah verwandter Arten; ii) die Blütenspezialisierungen sind innerhalb der einzelnen Verwandtschaftsgruppen hoch konserviert, die Spezialisierung auf neun der zehn genutzten Pflanzenfamilien erfolgte nur ein einziges Mal; iii) in mehreren Fällen nutzen *Chelostoma*-Arten den Pollen nicht näher miteinander verwandter Wirte, die aber visuell ausgesprochen ähnliche Blüten besitzen. Kürzliche Versuche zur Entwicklung der Larven zweier *Chelostoma*-Arten auf unterschiedlichen Pollentypen (PRAZ et al., 2008) unterstützen die Hypothese, dass die Wirtspflanzenwahl innerhalb der Gattung *Chelostoma* physiologisch und neurologisch stark limitiert ist.

PRAZ, C.J., MÜLLER, A. & DORN, S. 2008: Specialized bees fail to develop on non-host pollen: do plants chemically protect their pollen? – *Ecology* 89: 795-804

SEDIVY, C., PRAZ, C.J., MÜLLER, A., WIDMER, A. & DORN, S. 2008: Patterns of host-plant choice in bees of the genus *Chelostoma*: the constraint hypothesis of host-range evolution in bees. – *Evolution*, in press

## Wirtspflanzenerkennung oligolektischer Bienen

Hannah BURGER<sup>1</sup>, Stefan DÖTTERL<sup>2</sup>, Giovanni GALIZIA<sup>3</sup> & Manfred AYASSE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Ulm, Institut für Experimentelle Ökologie  
Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm, Deutschland, Email: hannah.burger@uni-ulm.de

<sup>2</sup> Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Pflanzensystematik  
85447 Bayreuth, Deutschland

<sup>3</sup> Universität Konstanz, Lehrstuhl für Neurobiologie  
78457 Konstanz, Deutschland

Bienen besuchen Blüten unter anderem, um Pollen zu sammeln, der zur Versorgung der Larven dient. Einige Bienenarten sammeln Pollen von nur einer oder wenigen Pflanzengattungen und werden als Oligolekten bezeichnet. Über die Bedeutung der Blütensignale bei der Wirtspflanzenerkennung dieser spezialisierten Bienen ist kaum etwas bekannt. Für wenige Arten konnte bereits gezeigt werden, dass der Duft der Blüten für die Bestäuber attraktiv ist (DOBSON & BERGSTRÖM 2000, DÖTTERL et al. 2005). Mit Hilfe welcher Blütensignale oligolektische Bienen ihre Wirtspflanzen erkennen und ob die Weibchen neuronale Anpassungen zur Wahrnehmung aufweisen, haben wir anhand zweier Modellorganismen, der eng auf *Echium* spezialisierten Mauerbiene *Osmia adunca* (Megachilidae) und der auf Weiden spezialisierten Sandbiene *Andrena vaga* (Andrenidae), untersucht.

In einem vergleichenden Ansatz ermittelten wir die Signalfunktion des Blütenduftes dreier *Echium*-Arten für *Osmia adunca*. Mittels chemischen Analysen (GC/GC-MS), elektro-physiologischen Analysen (GC-EAD) und Biotests konnten wir zeigen, dass die Bienen ihre Pflanzen anhand des Blütenduftes erkennen können. Bei der Kombination des Blütenduftes mit optischen Reizen landeten die Bienen, ein Verhalten, welches vermutlich durch *Echium*-spezifische Substanzen ausgelöst wird. Die Strukturen von GC-EAD aktiven Verbindungen werden im Moment mittels GC-MS identifiziert.

Darüber hinaus untersuchten wir bei *Andrena vaga*, ob es im Antennallobus, der ersten zentralen Station der Riechbahn im Gehirn, zu Anpassungen gekommen ist, die der Wahrnehmung spezifischer Wirtspflanzenduftstoffe dienen. Die Auswertung dieser Daten wird im Moment durchgeführt.

DOBSON, H. E. M. & BERGSTRÖM, G. 2000: The ecology and evolution of pollen odors. – *Plant. Syst. Evol.* 222: 63-87  
DÖTTERL, S., FÜSSEL, U., JÜRGENS, A., AAS, G. 2005: 1,4-Dimethoxybenzene, a floral scent compound in willows that attracts an oligoleptic bee. – *J. Chem. Ecol.* 31: 2993-2998

## Wirtspflanzenfindung und Brutfürsorge der Ölbiene *Macropis fulvipes*

Irmgard SCHÄFFLER, Kathrin MILCHREIT & Stefan DÖTTERL

Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Pflanzensystematik,  
95440 Bayreuth, Deutschland, Email: stefan.doetterl@uni-bayreuth.de

Weltweit gibt es ca. 420 Bienenarten, die nicht Nektar und Pollen, sondern fettes Öl und Pollen als Nahrung für den Nachwuchs sammeln (NEFF & SIMPSON 2005). Die meisten dieser Arten kommen in der Neotropis vor (VOGEL 1986). Die einzigen Ölbiene Mitteleuropas sind *Macropis fulvipes* und *M. europaea* (Melittidae). Diese sammeln Öl von den in Mitteleuropa vorkommenden Ölblumen *Lysimachia punctata*, *L. vulgaris* und *L. nummularia*.

Über einen Zeitraum von drei Jahren untersuchten wir die Schlüpfphänologie und das Sammelverhalten von *M. fulvipes* in einer Flugkäfigpopulation. Um zu prüfen, welche visuellen und olfaktorischen Reize von *Lysimachia* die Rolle der Anlockung übernehmen, wurden Biotests mit naiven und erfahrenen Tieren durchgeführt. Blüten bzw. das Öl von *Lysimachia* wurden extrahiert, anhand verschiedener Methoden fraktioniert, chemisch analysiert und auf ihre Attraktivität getestet.

Die Bienen zeigten in dem geschlossenen System (Flugkäfig) ein natürliches Verhalten. Alle Tiere schlüpfen innerhalb weniger Wochen, die Männchen tendenziell früher als die Weibchen. Danach verpaarten sie sich und Männchen wie Weibchen suchten verschiedene Pflanzen zum Nektartrinken, und *Lysimachia* zum Pollen fressen auf. Männchen patrouillierten um *Lysimachia*-Pflanzen, während die Weibchen mit der Nestplatzsuche begannen. Ist der Bau einer Zelle beendet, sammelten die Weibchen Öl von *Lysimachia*. Öl alleine wird für das Auskleiden der Zellwände eingesetzt. Anschließend wurde Öl und gleichzeitig Pollen gesammelt, das als Larvenbrot dient. Wir konnten beobachten, dass keine Nestplatzsuche stattfindet wenn keine Wirtspflanzen vorhanden sind. Hat ein Weibchen ausreichend Pollen und Öl gesammelt, blieb es für über zwei Stunden im Nest, um ein Ei zu legen, die Zelle zu verschließen und anschließend eine neue Zelle anzulegen. Daraufhin begann sie wieder mit dem Sammeln von Öl. Abhängig von der Art des Sammelns wurden beim Blütenbesuch, Nestaufenthalt und der gesamten Sammelperiode zeitliche Unterschiede festgestellt.

Der Duft allein war für blütennaive Bienen am attraktivsten und ist somit der ausschlaggebende Reiz für das Auffinden und Erkennen der spezifischen Wirtspflanzen. Nach dem Besuch von den Wirtspflanzen jedoch änderte sich das Verhalten, denn visuelle Blütensignale erlangten bei den erfahrenen Bienen eine größere Bedeutung als bei den naiven Tieren.

Blütenextrakte waren attraktiv und lösten sogar das Sammeln aus, ein Verhalten welches durch *Lysimachia* spezifische Substanzen ausgelöst wurde. Einzelne Fraktionen des Blütenextraktes zeigten anlockende Wirkung. Diese Fraktionen werden zurzeit chemisch analysiert. Außerdem werden diejenigen Stoffe bestimmt, die von den Tieren gerochen werden können.

- NEFF, J. L. & SIMPSON, B. B. 2005: Rewards in flowers. Other rewards: Oils, resins, and gums. S. 314-328. In DAFNI, A., KEVAN, P. G., HUSBAND, B. C. (Hrsg.): Practical Pollination Biology. – Cambridge: Enviroquest, Ltd.
- VOGEL, S. 1974: Ölblumen und ölsammelnde Bienen. – Mainz, Stuttgart: Akademie der Wissenschaft und der Literatur, Franz Steiner Verlag Wiesbaden GmbH

## Bees at the Cape – Climate as a driving force of evolution? Wildbienen am Kap – Klima als treibende Kraft der Evolution?

Michael KUHLMANN

The Natural History Museum, Department of Entomology  
Cromwell Road, London SW7 5BD, UK, Email: m.kuhlmann@nhm.ac.uk

The Mediterranean winter rainfall area in western South Africa (Namaqualand) is in many respects an ideal region to study bee evolution. It is renowned as a “hotspot” of biodiversity (MYERS et al. 2000) where plant-pollinator interactions are supposed to play a major role for co-evolutionary processes and speciation (JOHNSON 1996; COWLING et al. 1998; JOHNSON & STEINER 2003). This region, with its globally unique overlap of plant and bee diversity centres (KUHLMANN 2005), is characterised by an unusual selective regime of low, highly predictable rainfall, very rare prolonged droughts, and comparably mild winter temperatures. Rainfall reliability and mild winter temperature enable vegetative development of plants to start with the first autumn rains resulting in spectacular floral mass displays in late winter / early spring (COWLING et al. 1999). The climatic conditions during this time of the year are challenging for bees and other insect pollinators: the often cold and windy weather restricts the daily flight activity to only about half the time even the earliest active Central European spring bees have (KUHLMANN unpubl.). Duration of daily activity is correlated with the number of nest cells provisioned (NEFF 2008), thus limiting reproductive success and explaining the observed low abundance of bees despite a surplus of flowers and nesting sites in Namaqualand (JOHNSON & BOND 1997).

Mediterranean climate regions in general face remarkable differences in air temperature between winter and early summer seasons. They can be supposed to have an impact on body size evolution in bees that is known to influence numerous physiological and ecological traits affecting fitness (summarized in ROULSTON & CANE 2000). These traits include the ability to fly at cool air temperatures (STONE 1994), which influences times of daily (WILLMER 1983, 1985) and seasonal activity (SHMIDA & DUKAS 1990), with larger bees flying and foraging earlier in the morning and during the cooler seasons.

The goal of this study was to analyse the variation in body size of female bees among species with different seasonal activity using intertegular span (ITS) as an estimator of body mass (CANE 1987, GREENLEAF et al. 2007). It is predicted that early active bees would exhibit a generally larger body size than the ones active later in the season. The faunas of two sites of Mediterranean (Greece, South Africa) climate and two temperate sites (Britain, Germany) are compared to investigate the impact of climate on body size evolution between seasons and among climate zones.

### Results

Winter active bees from South Africa ( $n = 87$ , median 1.650 mm) are significantly smaller (U-Test,  $p = 0.0046$ ) than spring bees ( $n = 67$ , median 2.367 mm). Most of the winter active bee species belong to the highly endemic fauna of the winter rainfall area. These endemics ( $n = 74$ , median 1.596) are significantly smaller ( $p < 0.0001$ ) than the rest of the fauna ( $n = 92$ , median 2.371). In Greece, too, spring bees ( $n = 88$ , median 1.975 mm) are smaller than early summer bees ( $n = 169$ , median 2.125 mm) but the difference is not statistically significant ( $p = 0.0752$ ). Generally bees from South Africa ( $n = 154$ , median 1.938 mm) tend to be slightly smaller ( $p =$

0.1095) than Greek species ( $n = 257$ , median 2.075 mm). When only early active bees of both areas are compared the difference is distinct but not statistically significant ( $p = 0.0814$ ). In later active species this tendency is missing ( $p = 0.7240$ ).

To investigate the question if taxonomic discrepancies in the bee faunas of South Africa and Greece are responsible for size differences only species of genera occurring in both regions were analysed. Species from South Africa ( $n = 57$ , median 2.500 mm) are significantly larger ( $p = 0.0369$ ) than Greek bees ( $n = 130$ , median 2.013).

Spring bees from both temperate sites (Germany  $n = 26$ , median 2.270 mm; Britain  $n = 20$ , median 2.311 mm) are significantly larger (Germany:  $p = 0.0005$ ; Britain:  $p = 0.0119$ ) than their respective summer faunas (Germany  $n = 68$ , median 1.688 mm; Britain  $n = 59$ , median 1.824 mm) but they do not show differences among each other.

## Discussion

The temporal patterns of body size distributions in the two temperate bee faunas accord with theoretical expectations, with spring bee species being significantly larger than early summer bees. But the Mediterranean faunas of Namaqualand, and less distinctly of NE Greece, show opposite results with early active bee species being smaller than species active later, contradicting theory and data from Israel (SHMIDA & DUKAS 1990). This suggests that factors other than temperature regime influence body size evolution of bees in these places.

Body size in bees does not only influence the temperature dependent flight ability (WILLMER 1983, 1985) but is also positively correlated with colonization ability (GATHMANN et al. 1994) and foraging ranges (GATHMANN & TSCHARNTKE 2002, GREENLEAF et al. 2007). It is also supposedly negatively correlated with the weight of pollen load relative to body weight (NEFF 2008). This implies that smaller bees have a higher transport capacity for pollen and might be able to provision their nest cells faster than large bees. Thus, the controlling factor for body size evolution might be the availability of food resource (pollen, nectar) during the respective flight season.

Flower availability is indeed different between seasons in all sampled regions and parallels the trends of body size. Analyses of the number of flowering plant species confirmed that in the Mediterranean most species are blooming in spring while in temperate regions the maximum is in summer. This is especially obvious for Namaqualand with its spectacular floral mass displays in late winter / early spring.

When annual precipitation regime restricts flower availability mainly to the unfavourable winter and early spring seasons the shortened daily flight activity might act as a strong selective agent for foraging and nest cell provisioning efficiency of bees. Thus the unusually small average size of winter active Namaqualand bees can be interpreted as an effect of the exceptionally harsh weather conditions during the peak flowering season mirroring the unparalleled high food availability.

The relationship between climate, flower availability and bee body size might also open up new perspectives on the understanding of the origin of bee diversity "hotspots" in Mediterranean regions of the world (MICHENER 1979, 2007). Decreased body size and, thus, foraging range in combination with a limited daily flight activity due to harsh weather conditions could potentially lead to increased isolation of bee populations. This might result in reduced gene flow among populations, ultimately leading to an increased speciation rate under Mediterranean climate regimes. Groups of closely related species in a number of genera and unusual distribution

patterns suggest this as a potential process involved in bee speciation in Namaqualand (KUHLMANN 2007, unpubl. data).

- CANE, J. H. 1987: Estimation of bee size using intertegular span (Apoidea). – *Journal of the Kansas Entomological Society* 60: 145-147
- COWLING, R. M., RUNDEL, P. W., DESMET, P. G., ESLER, K. J. 1998: Extraordinary high regional-scale plant diversity in southern African arid lands: subcontinental and global comparisons. – *Diversity and Distribution* 4: 27-36
- COWLING, R. M., ESLER, K. J., RUNDEL, P. W. 1999: Namaqualand, South Africa – an overview of a unique winter-rainfall desert ecosystem. – *Plant Ecology* 142: 3-21
- GATHMANN, A., GREILER, H.-J., TSCHARNTKE, T. 1994: Trap-nesting bees and wasps colonizing set-aside fields: succession and body size, management by cutting and sowing. – *Oecologia* 98: 8-14
- GATHMANN, A., TSCHARNTKE, T. 2002: Foraging ranges of solitary bees. – *Journal of Animal Ecology* 71: 757-764
- GREENLEAF, S. S., WILLIAMS, N. M., WINFREE, R., CREMEN, C. 2007: Bee foraging ranges and their relation to body size. – *Oecologia* 153: 589-596
- JOHNSON S. D. 1996: Pollination, adaptation and speciation models in the Cape flora of South Africa. – *Taxon* 45: 59-66
- JOHNSON, S. D. 2004: An overview of plant-pollinator relationships in southern Africa. – *International Journal of Tropical Insect Science* 24: 45-54
- JOHNSON, S. D., BOND, W. J. 1997: Evidence for widespread pollen limitation of fruiting success in Cape wild flowers. – *Oecologia* 109: 530-534
- JOHNSON, S. D., STEINER, K. E. 2003: Specialized pollination systems in southern Africa. – *South African Journal of Science* 99: 345-348
- KUHLMANN M. 2005: Diversity, distribution patterns and endemism of southern African bees (Hymenoptera: Apoidea). Pp. 167-172. *In* HUBER, B.A., SINCLAIR, B.J. & LAMPE, K.-H. (Eds.): *African biodiversity: Molecules, organisms, ecosystems*. – *Proceedings of the 5th International Symposium on Tropical Biology*, Museum König, Springer Verlag, Bonn
- KUHLMANN, M. 2007: Revision of the bees of the *Colletes fasciatus*-group in southern Africa (Hymenoptera: Colletidae). – *African Invertebrates* 48: 121-165
- MICHENER, C. D. 1979: Biogeography of the bees. – *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66: 277-347
- MICHENER, C. D. 2007: *The Bees of the World*. – 2nd edition, Baltimore
- MYERS N., MITTERMEIER R. A., MITTERMEIER C. G., DA FONSECA, G. A. B., KENT J. 2000: Biodiversity hotspots for conservation priorities. – *Nature* 403: 853-858
- NEFF, J. L. 2008: Components of nest provisioning behavior in solitary bees (Hymenoptera: Apoidea). – *Apidologie* 39: 30-45
- ROULSTON, T. H. & CANE, J. H. 2000: The effect of diet breadth and nesting ecology on body size variation in bees (Apiformes). – *Journal of the Kansas Entomological Society* 73: 129-142
- SHMIDA, A. & DUKAS, R. 1990: Progressive reduction in the mean body sizes of solitary bees active during the flowering season and its correlation with the sizes of bee flowers of the mint family (Lamiaceae). – *Israel Journal of Botany* 39: 133-141
- STONE, G. N. 1994: Patterns of evolution of warm-up rates and body temperatures in flight in solitary bees of the genus *Anthophora*. – *Functional Ecology* 8: 324-335
- WILLMER, P. G. 1983: Thermal constraints on activity patterns in nectar-feeding insects. – *Ecological Entomology* 8: 455-469
- WILLMER, P. G. 1985: Size effects on the hygrothermal balance and foraging patterns of a sphecoid wasp, *Cerceris arenaria*. – *Ecological Entomology* 10: 469-479

## **Bee-BOL and DNA barcoding: an example revealing cryptic species diversity within the common and widespread bumble bee *Bombus lucorum* s.l.**

Robert J. PAXTON<sup>1</sup>, Úna FITZPATRICK<sup>2</sup>, Mark J. F. BROWN<sup>3</sup> & Tomás E. MURRAY<sup>4</sup>

<sup>1</sup> School of Biological Sciences, Queen's University Belfast,  
97 Lisburn Road, Belfast BT9 7BL, UK, Email: r.paxton@qub.ac.uk

<sup>2</sup> National Biodiversity Data Centre  
Beechfield House, Carriganore, West Campus, Waterford Institute of Technology, Waterford, Republic of Ireland

<sup>3</sup> Department of Zoology, University of Dublin Trinity College  
Dublin 2, Republic of Ireland

<sup>4</sup> Crops Research Centre  
Teagasc, Oak Park, Carlow, Republic of Ireland

DNA barcoding is growing in importance for taxonomy, and a new initiative to DNA barcode the world's bees, termed Bee-BOL (Bee-Barcode Of Life, see: <http://bee-bol.org/>), has recently been initiated by the international Barcode of Life (iBOL, see: <http://www.dnabarcoding.org/>). After introducing Bee-BOL, I use our recent data on bumble bees to highlight some of the advantages of DNA barcoding and to point out potential pitfalls.

Members of the subgenus *Bombus* sensu stricto (including *Bombus lucorum* sensu lato plus *Bombus terrestris*) are amongst the most abundant and widespread European bumble bees. However, their species diversity is controversial due to the extreme difficulty or inability morphologically to identify the majority of individuals to species. Definitive field identification is virtually impossible. We undertook a character-based phylogenetic analyses of 700 bp of mitochondrial cytochrome oxidase I DNA sequences (CO1) from 37 individuals of *Bombus* s.str. spread across their sympatric European range, that provides unequivocal support for 4 taxa (*B. cryptarum*, *B. lucorum*, *B. magnus*, and *B. terrestris*) with 3-22 diagnostic DNA base pair sites per species. Inclusion of 20 Irish specimens to the dataset revealed  $\geq 2.3\%$  sequence divergence between taxa and  $\leq 1.3\%$  within taxa, suggesting that distance-based DNA barcoding could be used to identify species. We developed a rapid and cheap PCR-RFLP based method for unequivocally distinguishing amongst these four cryptic European taxa of this subgenus and used it to analyse 391 females of the former three species collected across Ireland, all of which could be unambiguously assigned to species. *Bombus lucorum* was the most widely distributed and abundant of the *cryptarum-lucorum-magnus* species complex, comprising 56% of individuals, though it was significantly less abundant at higher altitudes ( $> 200$  m) whilst *B. cryptarum* was relatively more abundant at higher altitudes. *Bombus magnus* was rarely encountered at urban sites. COI DNA sequences are clearly able to identify these cryptic bumble bee species across their European range (MURRAY et al. 2008, Conservation Genetics 9: 653-666), and are a testament to the value of DNA barcoding for species identification for this group of closely related bee species.

## **Blütenpflanzen-Wildbienen-Netzwerke in Sandtrockenrasen: Theoretische Ansätze und praktische Gesichtspunkte für Naturschutzstrategien**

Anselm KRATOCHWIL<sup>1</sup>, Marion BEIL<sup>2</sup> & Angelika SCHWABE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie/Chemie, Fachgebiet Ökologie  
Barbarastraße 11, 49069 Osnabrück, Deutschland, Email: kratochwil@biologie.uni-osnabrueck.de

<sup>2</sup> Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Biologie, Fachgebiet Vegetationsökologie  
Schnittspahnstraße 4, 64287 Darmstadt, Deutschland, Email: schwabe@bio.tu-darmstadt.de

Die Sandökosysteme der Hessischen Oberrheinebene sind durch eine sehr artenreiche Wildbienen-Zönose charakterisiert, die das vielfältige Nahrungspflanzen-Spektrum der sand-spezifischen Vegetation mit unterschiedlichen Präferenzen nutzt. Eine solche Netzwerkstruktur kann mit unterschiedlichen Methoden aufgezeigt werden. Im Rahmen einer Nested Subset-Analyse kann zum Beispiel geprüft werden, ob die seltenen und stärker im Blütenbesuch spezialisierten Pflanzenarten von häufigeren und im Blütenbesuch weniger spezialisierten Wildbienenarten besucht werden bzw. ob die selteneren und stärker im Blütenbesuch spezialisierten Wildbienenarten auch die häufigeren Pflanzenarten, die ein großes Spektrum von Wildbienenarten zulassen, besuchen. Eine solche nachgewiesene Schachtelung würde bedeuten, dass unter Naturschutzgesichtspunkten neben den seltenen Arten unbedingt auch die weiter verbreiteten und häufiger vorkommenden Arten (sowohl Pflanzen- als auch Wildbienenarten) eine wichtige systemerhaltende Funktion haben und deshalb zu schützen und im Pflegemanagement zu berücksichtigen sind. Zur Überprüfung wurden die Programme NTC („Nested Temperature Calculator“, ATMAR & PATTERSON 1995), BITMATNEST (RODRIGUÉZ-GIRONÉS & SANTAMARÍA 2006) und NESTEDNESS (ULRICH 2006) herangezogen. Das Programm NESTEDNESS erbrachte eine signifikante Schachtelung, die Programme NTC und BITMATNEST nicht. Auf eine signifikante Schachtelung weist auch der „nestedness-discrepancy“-Index hin (BRUALDI & SANDERSON 1999, GREVE & CHOWN 2006).

Insgesamt sind diese mathematischen Berechnungen aufgrund der unterschiedlichen Ergebnisse, die erzielt wurden, nicht sehr zufriedenstellend. Eine weitere Analyse dieses Netzwerkes erfolgte auf der Basis der den Nested Subset-Analysen zugrundeliegenden Matrix über einen bipartiten Graph, bei dem die Wildbienenarten auf der einen Seite mit den genutzten Blütenpflanzen auf der anderen Seite je nach Interaktion mit Linien verbunden werden. Als weitere Methode wurde eine Korrespondenzanalyse (DCA) durchgeführt, und versucht, über charakteristische Merkmale funktionelle Gruppen auszuscheiden.

Der bipartite Graph des Blütenpflanzen/Wildbienen-Netzwerkes belegt, dass seltene und im Blütenbesuch spezialisierte Wildbienenarten häufige und in Hinblick auf das Blütenbesucher-Spektrum generalistische Pflanzenarten nutzen. Auf der anderen Seite werden seltene und vom Blütentyp her spezialisierte Pflanzenarten auch von häufigen Wildbienenarten aufgesucht, die ein weites Nahrungsspektrum besitzen. Insofern trifft es weitgehend zu, dass es sich bei diesem Netzwerk um ein geschachteltes System handelt. Im Gegensatz zu theoretisch konstruierten Netzen (zufällig, geschachtelt, einem Gradienten folgend, kompartimentiert; siehe LEWINSOHN et al. 2006) enthalten reale Netze mehrere verschiedene Elemente. Über die DCA können Korrelationen innerhalb des Netzwerkes aufgezeigt werden. Hier zeigt es sich, dass die Netzwerkstruktur einerseits durch den Blütentyp und die Blüten- und Infloreszenzgröße, andererseits durch die Körpergröße der Wildbienenarten und ihr Pollensammel-Verhalten charakterisiert werden kann. Darüber hinaus sind Gradienten und Kompartimente feststellbar. Sowohl der

bipartite Graph als auch die DCA geben uns hilfreiche Informationen an die Hand, um die Netzwerkstruktur des Blütenpflanzen-Wildbienen-Systems verstehen zu können und um funktionelle Gruppen auszuscheiden. Erst auf dieser Basis kann ein naturschutzbezogenes Pflegemanagement für eine gesamte Blütenbesuchergemeinschaft entwickelt werden.

- ATMAR, W. & PATTERSON, B.D. 1995: The nestedness temperature calculator. A visual basic program, including 294 presence-absence matrices. – AICS Research, Inc., University Park, NM and The Field Museum, Chicago
- BRUALDI, R. A. & SANDERSON, J.G. 1999: Nested species subsets, gaps, and discrepancy. – *Oecologia* 119: 256-264
- GREVE, M. & CHOWN, S. L. 2006: Endemicity biases nestedness metrics: a demonstration, explanation and solution. – *Ecography* 29: 347-356
- LEWINSOHN, T. M., INÁCO PRADO, P., JORDANO, P., BASCOMPTE, J. & OLESEN, J. M. 2006: Structure in plant-animal interaction assemblages. – *Oikos* 113: 174-184
- RODRIGUÉZ-GIRONÉS, M. A. & SANTAMARÍA, L. 2006: A new algorithm to calculate the nestedness temperature of presence-absence matrices. – *Journal of Biogeography* 33: 924-935
- ULRICH, W. 2006: Nestedness – a FORTRAN program for calculating ecological matrix temperatures.

## Förderung von Wildbienen durch die Anlage von Blühstreifen auf Ackerstandorten

Matthias SCHINDLER<sup>1</sup> & Alexander BECKER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES), Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft - Tierökologie

Melbweg 42, 53127 Bonn, Deutschland, Email: m.schindler@uni-bonn.de

<sup>2</sup> Stiftung Rheinische Kulturlandschaft

Rochusstraße 18, 53123 Bonn, Deutschland, Email: a.becker@rheinische-kulturlandschaft.de

Börden zählen mit ihren fruchtbaren Böden zu den ältesten Siedlungsgebieten in Deutschland und werden bis heute überwiegend ackerbaulich genutzt. Die intensive Landbewirtschaftung hat in diesen Gebieten zu einem starken Rückgang von Biotopstrukturen geführt. Die Lebensbedingungen vieler wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten, die im Zuge der Landbewirtschaftung diese Gebiete zunächst besiedelten, haben sich dadurch erheblich verschlechtert.

Im Rahmen des Bördeprojektes des Deutschen Bauernverbandes (gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt) wurden Konzepte entwickelt, die es ermöglichen, „integrative“ Naturschutzmaßnahmen auf Ackerstandorten in Kooperation mit der Landwirtschaft zu etablieren. Zu diesen Maßnahmen zählen mehrjährige „Blühstreifen“, die von Landwirten auf Ackerflächen eingesät werden. Als Indikator für den Erfolg dieser Naturschutzmaßnahme wurden von 2004 bis 2007 die Artendiversität sowie die Aktivitätsdichte von Wildbienen (Hymenoptera, Apiformes) auf unterschiedlich alten Blühstreifen und Kontrollflächen (Wegsäume) untersucht. Außerdem wurde über 3 Jahre die Dominanzstruktur der Hummelzönosen erfasst.

Die Ergebnisse zeigen, dass angesäte Blühstreifen zu einer deutlichen Steigerung der Artendiversität und Aktivitätsdichte von Wildbienen in intensiven Ackerbaugebieten beitragen können. Es werden Vorschläge gemacht, um die Habitatqualität dieser Biotopstrukturen zu erhalten und eine nachhaltige Steigerung der Artendiversität von Wildbienen in Ackerbaugebieten zu erreichen.

## Untersuchungen zur Bionomie der Pollenwespe *Ceramius palaestinensis* (GIORDANI SOIKA, 1957) in der Osttürkei (Hymenoptera, Vespidae, Masarinae)

Volker MAUSS<sup>1</sup>, Andreas MÜLLER<sup>2</sup> & Erol YILDIRIM<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Staatliches Museum für Naturkunde, Abteilung Entomologie  
Rosenstein 1, Stuttgart, Germany, Email: volker.mauss@gmx.de

<sup>2</sup> Applied Entomology, ETH Zürich

Schmelzbergstrasse 9/LFO, 8092 Zürich, Schweiz, Email: andreas.mueller@ipw.agrl.ethz.ch

<sup>3</sup> Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection  
25240 Erzurum, Turkey, Email: yildirimerol@hotmail.com

Die Pollenwespe *Ceramius palaestinensis* gehört zur Artgruppe 7 der Gattung *Ceramius* (MAUSS 1996). Innerhalb dieser Artgruppe bildet sie gemeinsam mit *C. hispanicus* DUSMET, 1909 und den Vertretern des *C. auctus*-Komplexes ein Monophylum (MAUSS 1996). *Ceramius palaestinensis* wurde bisher in Israel, Syrien und der Türkei nachgewiesen. Ihr Verbreitungsmuster entspricht dem syrischer Faunenelemente sensu DE LATTIN (1967), während die nächstverwandten Taxa atlantomediterran verbreitet sind (MAUSS 1998, MAUSS & CASTRO 2000). Die Bionomie von *C. palaestinensis* war bisher vollständig unbekannt. Ziel der Studie war es daher Nestbauverhalten, Paarungssystem, Blütenassoziation und Blütenbesuchverhalten von *C. palaestinensis* im Freiland zu untersuchen und dieses mit vorliegenden Informationen zur Bionomie von *C. hispanicus* (MAUSS & MÜLLER 2000) zu vergleichen.

Die Freilanduntersuchungen wurden vom 26.5. bis 2.6.2006 in Ostanatolien (Türkei) an zwei Standorten im Tal des Göynük Çayı ungefähr 20 km nordöstlich von Bingöl durchgeführt. Das Tal liegt in der supra-mediterranen Vegetationszone (cf. AKMAN & KETENGLU 1986). Wasser steht im Tal an vielen Stellen durch Quellen und kleine Wasserläufe und auch am Fluss zur Verfügung. Besiedelte Habitate waren ein von Eichen dominierter Buschwald mit sehr blütenreicher Krautschicht und blütenreiche Wiesen. Im Bereich des Eichenbuschwaldes befanden sich mehrere sehr individuenreiche Nestaggregationen.

Die Weibchen von *C. palaestinensis* leben solitär. Am Nesteingang errichten sie einen Nestvorbau. Dieser ist schornsteinförmig (plesiomorpher Zustand), während er bei *C. hispanicus* zu drei Fortsätzen reduziert ist. Die übrige Nestarchitektur weist große Übereinstimmungen mit dem Nest von *C. hispanicus* auf, allerdings ist der Hauptschaft des Nestes etwas länger, so dass sich die Zellen im Mittel tiefer im Boden befinden. Das Nestbauverhalten entspricht dem von *C. hispanicus*. Die Weibchen besuchen Wassersammelstellen. Während der Wasseraufnahme sitzen sie am Rand des Wassers oder auf nassem Boden. Erstmals konnten bei *C. palaestinensis* auch Männchen bei der Wasseraufnahme beobachtet werden. Die Funktion der Wasseraufnahme durch die Männchen ist unklar.

*Ceramius palaestinensis* ist zumindest an den untersuchten Standorten oligolektisch. Blütenbesuche konnten bei Transektuntersuchungen nur an verschiedenen *Trifolium*-Arten festgestellt werden. Pollenanalysen von Brutzellinhalten zeigten, dass die Brutzellen ausschließlich mit Pollen von Schmetterlingsblütlern (Fabaceae) verproviantiert waren. Dabei wurden verschiedene Pollentypen nachgewiesen, die alle von *Trifolium* bekannt sind, aber teilweise auch bei anderen Gattungen der Fabaceae vorkommen. Im Gegensatz zu *C. palaestinensis* ist *C. hispanicus* polylektisch, wobei Cistaceae, Primulaceae, Lamiaceae und Fabaceae als Pollenquellen nachgewiesen wurden.

Patrouillierende Männchen von *C. palaestinensis* wurden an Wasserstellen, über *Trifolium*-Beständen und im Bereich der Nestaggregationen beobachtet. Die Kopula verläuft ähnlich wie bei *C. hispanicus*.

- AKMAN, Y. & KETENOĞLU, O. 1986: The climate and vegetation of Turkey. – Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 89b: 123-134
- DE LATTIN, G. 1967: Grundriß der Zoogeographie. – Stuttgart: Gustav Fischer, 602 pp.
- MAUSS, V. 1996: Morphological characters of *Ceramius palaestinensis* (GIORDANI SOIKA 1957) GUSENLEITNER 1992 (Hymenoptera, Vespidae, Masarinae) and considerations about its phylogenetic position. – Linzer biologische Beiträge 28: 953-966
- MAUSS, V. 1998: The identity and distribution of *Ceramius auctus* (FABRICIUS, 1804) VECHT, 1970 (*Ceramius spiricornis* Saussure, 1854 syn. nov.) and *Ceramius beaumonti* (GIORDANI SOIKA, 1957) RICHARDS, 1962 (Hymenoptera, Vespidae, Masarinae). – Annales de la Société Entomologique de France 34: 163-183
- MAUSS, V. & CASTRO, L. (2000): The geographical and altitudinal distribution of the pollen wasp *Ceramius hispanicus* (Hymenoptera, Vespidae), endemic on the Iberian Peninsula. – Graellsia 56: 87-95
- MAUSS, V. & MÜLLER, A. (2000): A study of the bionomy of the Spanish pollen wasp *Ceramius hispanicus* DUSMET (Hymenoptera, Vespidae, Masarinae): Nesting, mating, and flower association. – Journal of Hymenoptera Research 9: 1-17

## Systematik und Biogeographie der australischen Rhopalosomatidae (Hymenoptera: Apocrita)

Lars KROGMANN

Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Abteilung Entomologie  
Rosenstein 1, 70191 Stuttgart, Deutschland, Email: krogmann.smns@naturkundemuseum-bw.de

Die Rhopalosomatidae sind eine kleine, parasitisch lebende Familie aculeater Hymenopteren mit überwiegend tropischer und subtropischer Verbreitung. Als Wirte werden vermutlich ausschließlich Nymphen von Grillen (Orthoptera: Gryllidae) genutzt. Von den vier rezenten Gattungen der Rhopalosomatidae kommt in Australien nur *Olixon* CAMERON vor. Vertreter dieser Gattung haben stark reduzierte Flügel und ähneln in ihrer Morphologie Ameisen. *Olixon*-Arten gehören zu den am seltensten gesammelten Hymenopteren-Gruppen, und zum Zeitpunkt der letzten Revision (TOWNES 1977) waren nur wenige Einzelexemplare in den entomologischen Sammlungen der Welt vorhanden. Bislang wurden weltweit elf Arten beschrieben, von denen zwei in Australien vorkommen. Beide Arten waren jeweils nur von dem weiblichen Holotypus bekannt.

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden in zahlreichen, zum Teil sehr entlegenen Regionen Australiens umfangreiche Aufsammlungen durchgeführt, bei denen vor allem Bodenfallen zum Einsatz kamen. Bei der Bearbeitung des so angesammelten Hymenopteren-Materials konnten kürzlich 17 *Olixon*-Arten für den australischen Kontinent nachgewiesen werden (KROGMANN et al. submitted). 15 dieser Arten wurden als neu beschrieben, und die Gesamtartenzahl in dieser Gattung somit mehr als verdoppelt. Basierend auf 41 morphologischen Merkmalen wurden kladistische Analysen durchgeführt, um die phylogenetischen Beziehungen der australischen *Olixon* zu den geographisch isolierten Arten aus Madagaskar, Afrika und der Neuen Welt zu ermitteln. Die Ergebnisse zeigen, dass die australischen *Olixon*-Arten keine monophyletische Gruppe bilden und ein engeres Verwandtschaftsverhältnis zu den afrikanischen als zu den neuweltlichen Arten aufweisen.

Die meisten der neuen australischen *Olixon*-Arten kommen in den *Eukalpytus*-Wäldern der Küstenregionen vor, andere Arten sind in den nordaustralischen Regenwäldern oder in den inneraustralischen Trockengebieten verbreitet.

KROGMANN, L., AUSTIN, A.D., NAUMANN, I.D.: Systematics and biogeography of Australian rhopalosomatid wasps (Hymenoptera: Rhopalosomatidae) with a global synopsis of *Olixon* Cameron. – (eingereicht)  
TOWNES, H. (1977) A revision of the Rhopalosomatidae (Hymenoptera). – Contributions of the American Entomological Institute 15: 1-34

## Die Rhopalosomatiden – eine wenig bekannte Familie parasitoider Wespen und die Phylogenie der Vespoidea (Hymenoptera)

Volker LOHRMANN & Michael OHL

Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin  
Invalidenstraße 43, 10099 Berlin, Deutschland  
Email: volker.lohrmann@museum.hu-berlin.de, michael.ohl@museum.hu-berlin.de

Innerhalb der aculeaten Hymenoptera (die mit einem Wehrstachel ausgestatteten Wespen und ihre Verwandten) unterscheidet man drei Großgruppen: die Chryridoidea (die Goldwespen-ähnlichen), Apoidea (Bienen und Grabwespen) und Vespoidea (die Wespenähnlichen), wobei die Chryridoidea den übrigen Aculeata (den Euaculeata = Apoidea und Vespoidea) als Schwestergruppe gegenüber gestellt werden (z.B. BROTHERS & CARPENTER 1993, BROTHERS 1999). Die phylogenetischen Beziehungen innerhalb der Vespoidea werden nach wie vor kontrovers diskutiert (z.B. BROTHERS 1975, 1999, BROTHERS & CARPENTER 1993, KÖNIGSMANN 1978). Neben den Formicidae (Ameisen), Scoliidae (Dolchwespen) und Vespidae (Faltenwespen) werden sieben weitere mehr oder weniger bekannte Familien den Vespoidea zugeordnet: die Bradynobaenidae, Mutillidae, Pompilidae (Wegwespen), Rhopalosomatidae, Sapygidae, Sierolomorphidae, sowie die Tiphiidae (Rollwespen).

Einige dieser Familien gehören nach wie vor zu den unerforschtesten innerhalb der Aculeata, so z. B. die Sierolomorphidae oder auch die Rhopalosomatidae. Dies wurde lange Zeit auf die Seltenheit der Tiere zurückgeführt. Zumindest bei den Rhopalosomatidae scheint nun erwiesen, dass es sich dabei vielmehr um ein Artefakt der Sammelmethode handelt. Mit dem Einsatz von Malaisefallen (bereits von TOWNES 1977 als sehr ergiebige Sammelmethode für Rhopalosomatidae beschrieben) sowie dem flächendeckenden Einsatz zahlreicher neuer Sammelmethoden wurden zahlreiche Tiere dieser zuvor so seltenen Familie in großen Zahlen gefangen. Viele entpuppten sich als bislang unbeschriebene Arten (FERNÁNDEZ & SARMIENTO-M. 2002, GUIDOTTI 2007 & LOHRMANN & OHL 2007, LOHRMANN & OHL in Vorber.).

Neben zwei fossilen Taxa, deren frühestes aus der unteren Kreide aus Brasilien stammt (DARLING & SHARKEY 1990), umfassen die Rhopalosomatidae vier rezente Gattungen (TOWNES 1977), über deren Biologie relativ wenig bekannt ist. Die Verbreitung erstreckt sich von Australien über Südostasien und Afrika bis hin nach Nord- und Südamerika und beschränkt sich, abgesehen von einigen nordamerikanischen Arten, überwiegend auf die Tropen (GUIDOTTI 2007, LOHRMANN & OHL in Vorber.).

Teile dieser Arbeit wurden finanziell durch ein Promotionsstipendium der „Studienstiftung des Deutschen Volkes“ sowie einem SYNTHESYS- Forschungsstipendium (GB-TAF-3946) an VL unterstützt.

- BROTHERS, D. J. 1975: Phylogeny and classification of the aculeate hymenoptera, with special reference to Mutilidae. – Univ. Kansas Sci. Bull. 50 (11): 483 ff.
- BROTHERS, D. J. & CARPENTER, J. M. 1993: Phylogeny of Aculeata. – J. Hym. Res. 2: 227-302
- BROTHERS, D. J. 1999: Phylogeny and evolution of wasps, ants and bees (Hymenoptera, Chrysoidea, Vespoidea and Apoidea). – Zool. Scri. 28 (1-2): 233-249
- DARLING, D. C. & SHARKEY, M. J. 1990: Order Hymenoptera. In GRIMALDI, D. A. (ed.), 1990. Insects from the Santana Formation, Lower Cretaceous, of Brazil. – Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 195: 209-229
- FERNÁNDEZ, F. & SARMIENTO-M., C. E. 2002: A new species of *Olixon* CAMERON and two new records of Rhopalosomatidae (Hymenoptera) from Colombia. – J. New York Ent. Soc. 110 (3-4): 365-369
- GUIDOTTI, A. E. 2007: A revision of the wasp genus *Paniscomima* (Hymenoptera: Rhopalosomatidae) and a proposal of phylogenetic relationships among species. – Invert. Syst. 21: 297-309
- LOHRMANN, V. & OHL, M. 2007: The wasp genus *Olixon* in Madagascar: first record and description of two new species (Hymenoptera: Rhopalosomatidae). – Zootaxa. 1465: 39-46
- LOHRMANN, V. & OHL, M.: World revision of the wasp genus *Liosphex* TOWNES, 1977 with the description of new species (Hymenoptera: Vespoidea: Rhopalosomatidae). – in Vorbereitung
- KÖNIGSMANN, E. 1978: Das phylogenetische System der Hymenoptera. – Dtsch. Ent. Z. 25(IV-V): 365-435
- TOWNES, H. 1977: A revision of the Rhopalosomatidae (Hymenoptera). – Contrib. Am. Entomol. Inst.. 15(1): 1-34.

## Wirtsfindung mit chemischen Signalen bei parasitischen Wespen: Eine Überprüfung des reliability-detectability-Konzepts

Johannes L. M. STEIDLE, Jana COLLATZ & Till TOLASCH

Universität Hohenheim, Institut für Zoologie, Fg. Tierökologie 220c  
Garbenstraße 30, 70599 Stuttgart, Deutschland, Email: jsteidle@uni-hohenheim.de

Parasitoide sind Insekten, welche ihre Eier in oder an andere Organismen, meist andere Insekten, legen. Die sich entwickelnde Parasitoidenlarve lebt von dem Wirt, der letztendlich getötet wird (LAFFERTY & CURTIS 2002). Die Vielzahl der Parasitoidenarten finden sich innerhalb der Hymenopteren (GODFRAY 1994). Da sich Parasitoide ohne Wirt nicht reproduzieren können, müssen Parasitoidenweibchen Wirte für die Eiablage finden. Auf Anpassungen, welche zur erfolgreichen Wirtsfindung beitragen, liegt daher ein großer Selektionsdruck.

Die Arbeiten der letzten Jahrzehnte haben gezeigt, dass sich Parasitoide bei der Suche nach Wirten häufig an chemischen Signalen, sogenannten Infochemikalien (infochemicals, DICKE & SABELIS 1988, RUTHER et al. 2002) orientieren, welche entweder von den Wirten selber stammen oder aus der Umgebung der Wirte (STEIDLE & VAN LOON 2002). Nach einem Konzept von VET & DICKE (1992) sind besonders solche Signale geeignet, die (1) zuverlässig die Anwesenheit von Wirten anzeigen (reliability) und (2) gut wahrnehmbar (detectability) sind. Chemische Signale, welche direkt vom Wirt stammen sind zwar sehr verlässlich, aber auch schwer wahrnehmbar, da die Wirte oft sehr klein sind und die Selektion darüber hinaus auf die Wirte wirken sollte, keine chemischen Signale abzugeben. Chemische Signale der Fraßpflanzen sind dagegen schon aufgrund der Größe der Pflanzen besser wahrnehmbar. Darüber hinaus sollte die Selektion die Abgabe chemischer Signale von den Pflanzen in Form der sogenannten Herbivoren induzierten Synomone (herbivore induced synomones, HIS; VET & DICKE 1992) sogar fördern. Seit seiner Formulierung wurde dieses Konzept als reliability-detectability dilemma oft zitiert und soll erklären, warum manche Parasitoide anstelle der chemischen Signale ihrer Wirte die

chemische Signale der Fraßpflanzen dieser Wirte zur Orientierung nutzen. Allerdings hat es auch dazu geführt, dass bei entsprechenden Untersuchungen die Wirksamkeit von Signalen der Wirte oft nicht mehr getestet wird, da grundsätzlich angenommen wird, dass chemische Signale der Wirte nicht wahrnehmbar sind. Um diese zentrale Annahme des Konzeptes zu testen, wurden Daten aus eigenen und fremden Studien mit Parasitoiden von Samen oder Körner fressenden Wirten herangezogen. Im Widerspruch zu dem Konzept nutzen viele Parasitioide in diesen Systemen chemische Signale der Wirte, tatsächlich scheinen sie sogar die Hauptrolle bei der Wirtsfindung zu spielen. Das gilt auch für chemische Signale von scheinbar sehr schwachen Geruchsquellen, wie Eiern (z.B. VAN HUIS et al. 1994, MONGE & CORTESERO 1996, CORTESERO et al. 1993) oder Larvenspuren (z.B. COLLATZ & STEIDLE 2008). Untersuchungen mit der Ameisenwespe *Cephalonomia tarsalis* zeigen, dass Larvenspuren noch in einer Menge von 20 pg wahrgenommen werden können (COLLATZ et al, in Vorbereitung). Chemische Signale der Samen oder der Körner sind dagegen weniger wichtig, scheinen aber genutzt zu werden, wenn die Wirte auf Samen oder Körner als Nahrungssubstrat beschränkt sind.

Das zeigt, dass auch chemische Signale der Wirte durchaus wahrnehmbar sind, und dass die Eignung chemischer Signale für die Wirtsfindung von Parasitoiden in erster Linie von ihrer Verlässlichkeit abhängt. Möglicherweise wurde im Rahmen des co-evolutionären Wettrüstens zwischen Parasitoiden und Wirten die geringe Detektierbarkeit von Signalen der Wirte in den dargestellten Systemen durch verbesserte sensorische Fähigkeiten der Parasitioide überwunden. Arbeiten zur Wirtsfindung bei Parasitoiden sollten daher stets auch die Hypothese berücksichtigen, dass die Signale von den Wirten stammen.

- COLLATZ, J. & STEIDLE, J. L. M. 2008: Hunting for moving hosts: *Cephalonomia tarsalis*, a parasitoid of free-living grain beetles. – *Basic and Applied Ecology* 9: 452-457
- CORTESERO, A. M., MONGE, J. P., HUIGNARD, J. 1993: Response of the parasitoid *Eupelmus vuilleti* to the odours of the phytophagous host and its host plant in an olfactometer. – *Entomologia Experimentalis et Applicata* 69: 109-116
- DICKE, M., SABELIS, M. W. 1988: Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds. – *Functional Ecology* 2: 131-139
- GODFRAY, H. C. J. 1994: Parasitoids. – Princeton University Press, Princeton, New Jersey
- LAFFERTY K. D. & KURIS, A. M. 2002: Trophic strategies, animal diversity and body size. – *Trends in Ecology & Evolution* 17: 507-513
- MONGE, J. P. & CORTESERO, A. M. 1996: Tritrophic interaction among larval parasitoids, bruchids and leguminosae seeds: influence of pre-and post-emergence learning on parasitoids response to host and host-plant cues. – *Entomologia Experimentalis et Applicata* 80: 293-296
- STEIDLE, J. L. M., & VAN LOON, J. J. A. 2002: Chemoecology of parasitoid and predator oviposition behaviour. S. 291-317. *In* HILKER, M. & MEINERS, T. (Ed.) Chemoecology of insect eggs and egg deposition. – Blackwell, London
- VAN HUIS, A., SCHÜTTE, C., COOLS, M. H., FANGET, P., VAN DER HOEK, H., PIQUET, S. P. 1994: The role of semiochemicals in host location by *Uscana lariophaga*, egg parasitoid of *Callosobruchus maculatus*. – *Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Products Protection*, pp. 1158-1164, CAB International
- VET, L. E. M., DICKE, M. 1992: Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. – *Annual Review of Entomology* 37: 141-172

## Orchidee betreibt chemische Mimikry und lockt Beute-jagende Wespen zur Bestäubung an

Jennifer BRODMANN<sup>1</sup>, Robert TWELE<sup>2</sup>, Wittko FRANCKE<sup>2</sup> & Manfred AYASSE<sup>1</sup>

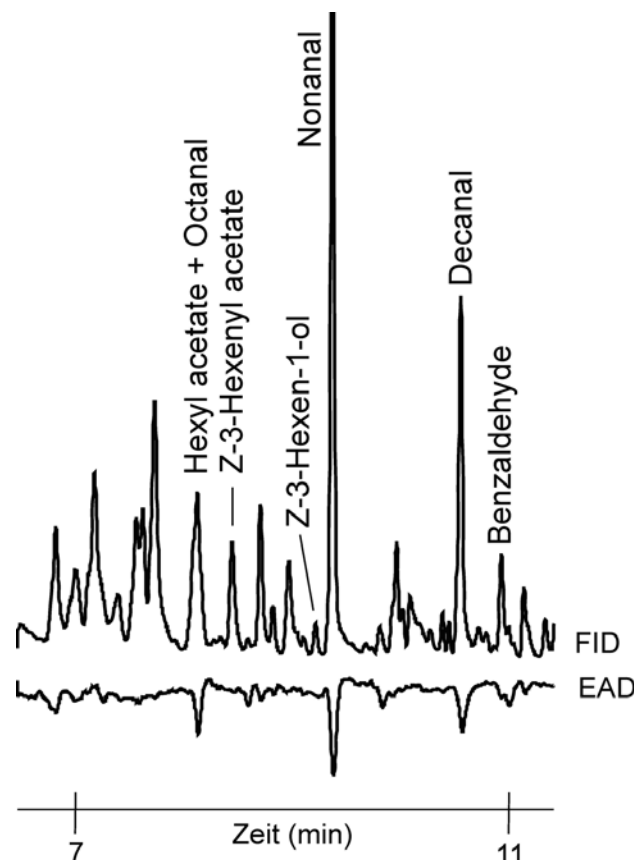
<sup>1</sup> Universität Ulm, Experimentelle Ökologie der Tiere

Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm, Deutschland, Email: jennifer.brodmann@uni-ulm.de

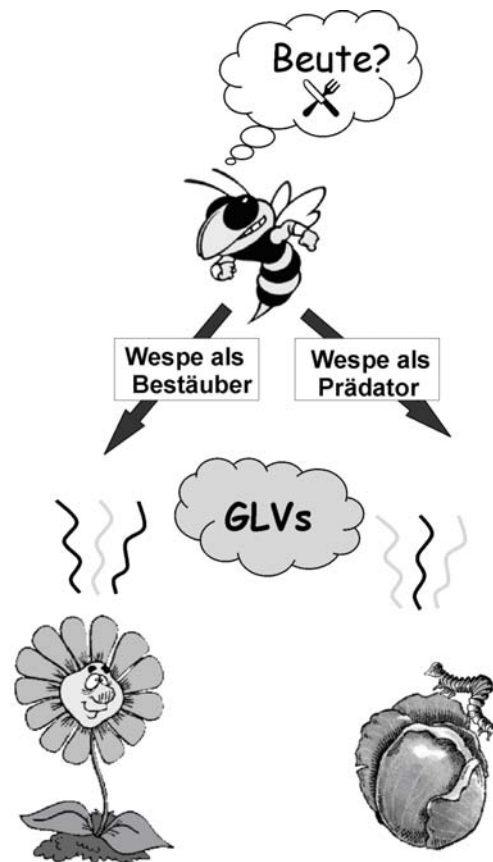
<sup>2</sup> Universität Hamburg, Institut für Organische Chemie, Deutschland

Bei der auch in Deutschland heimischen Orchidee *Epipactis helleborine* (Breitblättrige Stendelwurz) handelt es sich um eine typische Wespenblume, da sie physiologische und morphologische Anpassungen an den Besuch und die Bestäubung durch soziale Faltenwespen, wie etwa *Vespula germanica* oder *V. vulgaris*, aufweist (MÜLLER 1873). Schon Charles DARWIN (1888) rätselte darüber, warum die Blüten fast ausschließlich von Wespen, und nicht auch von anderen potentiellen Blütenbesuchern, wie Bienen oder Hummeln besucht werden.

Mit einer Kombination von chemischen (Gaschromatographie, Gaschromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie) und elektrophysiologischen (Gaschromatographie gekoppelt mit Elektroantennogramm) Analysen, sowie Verhaltensexperimenten untersuchten wir die Frage, wie diese Orchideenart Wespen anlockt. Wir konnten zeigen, dass *E. helleborine* chemische Mimikry betreibt, um ihren Bestäuber anzulocken (BRODMANN et al. 2008).



**Abb.1:** Elektrophysiologisch aktive Substanzen im Blütenduft (Headspace) von *Epipactis helleborine*. Darunter die bekannten GLVs Hexylacetat, Z-3-Hexenylacetat und Z-3-Hexenol.



**Abb. 2:** Das Täuschmanöver der Orchidee.

Soziale Faltenwespen ernähren ihre Brut mit fleischlicher Nahrung, wie z.B. Insektenlarven. Es ist bekannt, dass mit Herbivoren, wie z.B. Schmetterlingsraupen, befallene Pflanzen flüchtige chemische Substanzen freisetzen, die wiederum die Prädatoren der Herbivoren anlocken. Bisher war bekannt, dass diese chemischen Substanzen, darunter sogenannte green leaf volatiles (GLVs), von parasitoiden Wespen genutzt werden, um ihren Wirt zu lokalisieren (TURLINGS et al. 1990).

Mittels elektrophysiologische Analysen (Abb. 1), sowie diversen Verhaltensexperimenten konnten wir zum Ersten mal zeigen, dass auch soziale Faltenwespen von den in der Orchidee vorkommenden GLVs angelockt werden. Die Orchidee produziert GLVs, um damit nach Insekten-jagende Wespen zur Bestäubung an ihre Blüten zu locken. In Erwartung von Insekten als Beute, die sie ihren Larven verfüttern, werden die Wespen von den Blüten angelockt (Abb. 2). Statt proteinhaltiger Nahrung erhalten sie jedoch eine Belohnung in Form von Nektar, was einen Besuch weiterer Blüten stimuliert. Mit dieser Strategie wird der Orchidee eine sichere und spezifische Bestäubung garantiert.

Finanzielle Unterstützung durch Sterling Rescue, USA und der FAZIT Stiftung.

BRODMANN, J., TWELE, R., FRANCKE, W., HÖLZLER, G., ZHANG, Q.-H., AYASSE, M. 2008: Orchids Mimic Green-Leaf Volatiles to Attract Prey-Hunting Wasps for Pollination. – *Current Biology* 18: 1-5

DARWIN, C. 1888: *The Various Contrivances by which orchids are fertilised.* – 2.Aufl., London: John Murray

MÜLLER, H. 1873: *Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider.* – Leipzig: W. Engelmann Verlag

TURLINGS, T. C. J., TUMLINSON, J. H., LEWIS, W. J. 1990: Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. – *Science* 250: 1251-1253

## Artbildung bei durch Kuckuckshummeln bestäubten Sexualtäuschorchideen der Gattung *Ophrys*

Julia GÖGLER<sup>1</sup>, Johannes STÖKL<sup>1</sup>, Anna SRAMKOVA<sup>1</sup>, Robert TWELE<sup>2</sup>, Wittko FRANCKE<sup>2</sup>, Salvatore COZZOLINO<sup>3</sup> & Manfred AYASSE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Experimentelle Ökologie der Tiere, Universität Ulm  
Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm, Deutschland, Email: julia.goegler@uni-ulm.de

<sup>2</sup> Universität Hamburg, Institut für Organische Chemie, Deutschland

<sup>3</sup> Dipartimento delle Scienze Biologiche, Università degli studi di Napoli „Federico II“, Italien

Sexualtäuschorchideen der Gattung *Ophrys* imitieren die Weibchen ihrer Bestäuber in Duft, Form und Farbe. Insektenmännchen, hauptsächlich verschiedene Wildbienenarten, versuchen, mit dem Labellum der Blüte zu kopulieren und transportieren den Pollen von Blüte zu Blüte, wodurch die Orchidee bestäubt wird.

In dieser Arbeit untersuchten wir die beiden sympatrisch auf Sardinien vorkommenden Arten *Ophrys normanii* und *O. chestermanii*, die beide von *Bombus vestalis*-Männchen bestäubt werden und *O. tenthredinifera*, die *Eucera nigrilabris* als Bestäuber hat. Während *O. normanii* von WOOD (1983) als Primärhybride mit den beiden Elterarten *O. chestermanii* und *O. tenthredinifera* beschrieben wurde, sind PAULUS & GACK (1995) der Meinung, dass es sich um eine eigene Art handelt, die entweder durch Hybridisierung von *O. chestermanii* und *O. tenthredinifera* entstanden ist oder sich alleine von *O. tenthredinifera* abgespalten hat. Um diese verschiedenen Hypothesen zur Entstehung von *O. normanii* zu untersuchen führten wir Biotests

mit den Bestäubern durch und analysierten mit Hilfe der Gaschromatographie gekoppelt mit elektroantennographischer Detektion, (GC-EAD), welche Verbindungen von den Bienen-Männchen gerochen werden können. Die aktiven Verbindungen wurden chemisch analysiert (Gaschromatographie, GC, Massenspektrometrie, GC-MS). Zuletzt verglichen wir die Orchideenarten mittels molekulargenetischen Analysen.

In Biotests mit *B. vestalis* Männchen lösten Blütenextrakte von *O. normanii* und *O. chestermanii* ebenso wie Extrakte von *B. vestalis*-Weibchen Kopulationsverhalten der Männchen aus, nicht jedoch Extrakte von *O. tenthredinifera*. In chemischen Analysen der elektroantennographisch aktiven Verbindungen wiesen alle drei Arten die gleichen aktiven Verbindungen auf, die sich nur in den relativen Mengen unterschieden. Ein Vergleich der Duftbouquets mittels Diskriminanzanalyse ergab große Ähnlichkeiten zwischen *O. normanii* und *O. chestermanii* für die polaren Substanzen. Die Schlüsselfunktion dieser Substanzklassen bei der Bestäuberanlockung konnte in Biotests mit polaren Fraktionen der Extrakte bestätigt werden. Eine Diskriminanzanalyse durchgeführt mit Substanzen, welche nicht EAD-aktiv sind, konnte Ähnlichkeiten zwischen *O. normanii* und *O. tenthredinifera* aufzeigen. In genetischen Analysen mit AFLP- und Plastid-Markern konnten diese Ähnlichkeiten eindeutig bestätigt werden.

Unsere Ergebnisse weisen darauf hin, dass *O. normanii* durch Radiation aus *O. tenthredinifera* hervorgegangen ist. Die Erschließung des gleichen Bestäubers erfolgte vermutlich durch konvergente Evolution der bestäuberanlockenden Duftsignale.

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung durch die DFG (AY 12/1-2).

PAULUS, H. F., GACK, C. 1995: Zur Pseudokopulation und Bestäubung in der Gattung *Ophrys* (Orchidaceae) Sardinien und Korsikas. – Iber. naturwiss. Ver. Wuppertal 48: 188-227

WOOD, J. J. 1983: *Ophrys holoserica* (BURM. f.) GREUTER subsp. *chestermanii* J. J. WOOD and *O. X normanii* J. J. WOOD. – Orchid. Rev. 91(1082): 383-385

## Wirtsnesterkennung bei generalistischen und spezialisierten Kuckuckshummeln

Kirsten KREUTER<sup>1</sup>, Elfi BUNK<sup>1</sup>, Anna SRAMKOVA<sup>1</sup>, Robert TWELE<sup>2</sup>, Wittko FRANKE<sup>2</sup> & Manfred AYASSE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Ulm, Abteilung für Experimentelle Ökologie  
Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm, Deutschland, Email: kirsten.kreuter@uni-ulm.de

<sup>2</sup> Universität Hamburg, Institut für Organische Chemie, 20146 Hamburg 13, Deutschland

Hummeln der Untergattung *Psithyrus* sind obligate Sozialparasiten in Nestern von *Bombus*-Arten. Sie sind für eine erfolgreiche Reproduktion gänzlich auf ihren Wirt angewiesen. Diese so genannten Kuckuckshummeln dringen in frisch gegründete Wirtskolonien ein und übernehmen die reproduktive Vormachtsstellung der in vielen Fällen getöteten Königin. Ihr Nachwuchs wird von den Wirtsarbeiterinnen aufgezogen. Kuckuckshummeln sind entweder auf eine Wirtsart spezialisiert oder suchen als Generalisten mehrere Wirte auf. Wie nun die *Psithyrus*-Weibchen ihre Wirtsnester erkennen und ihre potentiellen Wirtsarten unterscheiden können, sollte in dieser Studie geklärt werden. Hierzu wurden die von verschiedenen Wirtsarbeiterinnen (*B. terrestris*, *B. cryptarum*, *B. lucorum* und *B. lapidarius*) gesetzten Markierungen am Nesteingang gesammelt und zunächst chemisch analysiert. Vor allem in der Zusammensetzung der

Kohlenwasserstoffe in den Duftstoffbouquets der potentiellen Wirtsarten konnten Unterschiede, hauptsächlich basierend auf verschiedenen Bouquets der Alkene, festgestellt werden. Im weiteren Verlauf wurden Verhaltensversuche mit parasitischen Weibchen der Arten *B. bohemicus*, *B. rupestris* und *B. vestalis* durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass potentielle Wirte und Nichtwirte aufgrund der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung einzelner Substanzen in den Nesteingangsdüften unterschieden werden können. Um herauszufinden, ob die generalistischen Kuckuckshummelweibchen ihre Wirte an den gleichen Signalen erkennen wie die spezialisierten *Psithyrus*-Weibchen oder ob es Schlüsselkomponenten gibt, die sich eventuell im generalistischen und spezialisierten System unterscheiden, führen wir im Moment weitere chemische Analysen und Biotests durch.

Wir danken der Deutschen Forschungsgesellschaft für die finanzielle Unterstützung (AY 12/2-1).

## **Partnerfindung bei *Cephalonomia tarsalis*: Zwei Wege zum Herzen einer Frau**

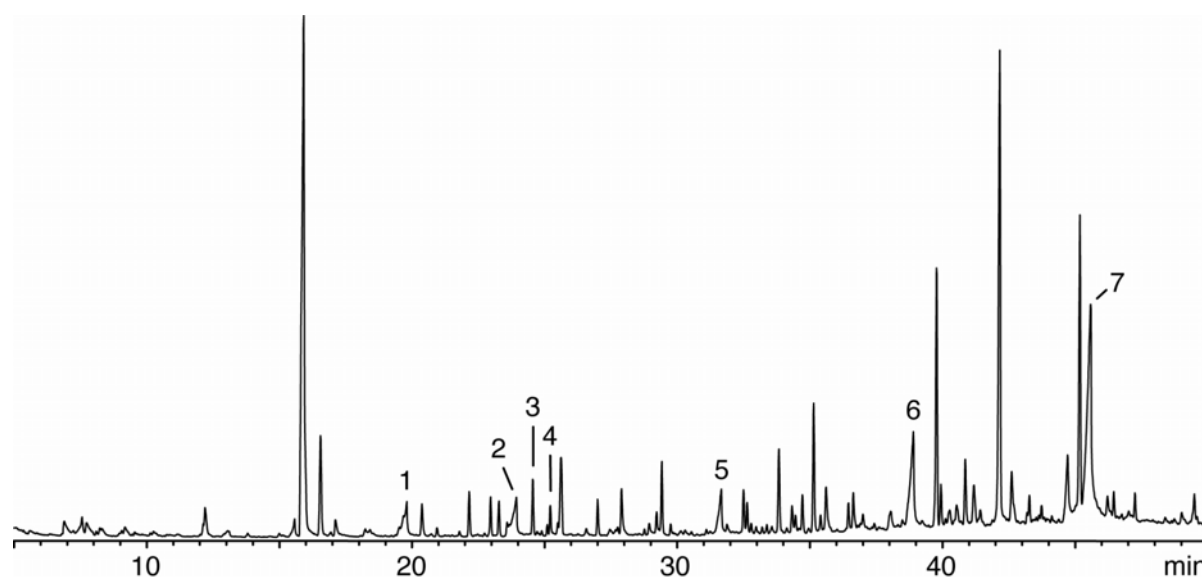
Jana COLLATZ, Till TOLASCH & Johannes L. M. STEIDLE

Universität Hohenheim, Institut für Zoologie, Fachgebiet Tierökologie 220c  
Garbenstraße 30, 70593 Stuttgart, Deutschland, Email: collatz@gmail.com

Das Ameisenwespen *Cephalonomia tarsalis* lebt in Getreidelagern und parasitiert die Larven des Getreideplattkäfers *Oryzaephilus surinamensis*. Der Getreideplattkäfer ist als generalistischer Schädling von Getreide und anderen Nahrungsmitteln weit verbreitet und *C. tarsalis* wird seit 2007 zu seiner biologischen Bekämpfung eingesetzt.

Die Weibchen von *C. tarsalis* nutzen chemische Signale von Getreide, Larvenkot und Larven um ihre Wirte zu finden (COLLATZ et al. 2008). Anschließend lähmen sie die Larven und legen in der Regel 1-2 Eier an die ersten Thorax-Segmente. Die schlüpfenden Wespenlarven saugen die Käferlarve innerhalb weniger Tage völlig aus und verpuppen sich anschließend in einem Seidenkokon nahe der leeren Hülle. Die Männchen schlüpfen 1-2 Tage vor den Weibchen. Häufig kommt es vor, dass sie den Kokon einer Schwester, die sich an derselben Käferlarve entwickelt hat, aufbeißen und sich mit ihr innerhalb des Kokons verpaaren (POWELL 1938). Da ausschließliche Geschwisterpaarung jedoch auch eine Reihe von Nachteilen mit sich bringt, wie geringe genetische Variabilität und das Risiko fehlender Paarungspartner, sollten bei *C. tarsalis* auch alternative Partnerfindungsstrategien vorkommen. Daher wurde untersucht, ob die Männchen auch auf Gerüche adulter Weibchen und auf Signale aus der Umwelt der adulten Weibchen reagieren. Diese Signale könnten genutzt werden, um Weibchen auch außerhalb ihres Kokons zu finden.

Es zeigte sich, dass die Männchen Kot der Wirte, der den Weibchen zur Wirtsfindung dient, zur Partnerfindung nutzen. Dagegen hatten weder die Wirtslarven selber noch Getreidekörner eine attraktive Wirkung auf die Männchen. Larvenkot dient den Männchen von *C. tarsalis* somit als Sexual-Kairomon (RUTHER et al. 2002). Doch auch Sexualpheromone spielen bei der Partnerfindung von *C. tarsalis* eine Rolle. Beim Laufen hinterlassen junge Weibchen ein flüchtiges Spursignal, das im Direktkontakt und auch über eine gewisse Distanz sehr attraktiv ist. Die Extraktion und anschließende Analyse mit Gaschromatographie-Massenspektrographie ergab deutliche Unterschiede in der Quantität von Tetradeceen, Dodecanal und einigen Fettsäuren



**Abb. 1:** Gaschromatogramm (30m HP5-MS Kapillarsäule, 3min bei 60°C, dann 3°C/min bis 300°C) der Spur 10 junger Weibchen von *Cephalonomia tarsalis*. 1: Nonansäure, 2: Decansäure, 3: Tetradecen, 4: Dodecanal, 5: Dodecansäure, 6: Tetradecansäure, 7: Hexadecansäure.

zwischen den Spuren alter und junger Weibchen. Im nachfolgenden Verhaltensexperiment zeigte sich, dass von den genannten Substanzen lediglich Dodecanal auf die Männchen attraktiv wirkt. Keine der anderen Substanzen verstärkte die Wirkung von Dodecanal signifikant. Die Weibchen reagieren nicht auf dieses Signal. Offenbar handelt es sich bei Dodecanal um ein Sexualspurpheromon, mit dem Männchen potentielle Paarungspartner auch außerhalb der Kokons lokalisieren können.

Das deutet darauf hin, dass *C. tarsalis* eine gemischte Paarungsstrategie besitzt, die nicht, wie bisher angenommen, nur auf Geschwisterpaarung beruht, sondern auch das Auffinden anderer Partner einschließt. Dabei werden dabei Duftstoffe der Wirte genutzt, um das Wirtshabitat aufzufinden und das Sexualspurpheromon Dodecanal zur Lokalisierung der Weibchen selbst verwendet.

Für die Finanzierung bedanken wir uns bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft Projekt: STE 841/6-1.

COLLATZ, J. & STEIDLE, J.L.M. 2008: Hunting for moving hosts: *Cephalonomia tarsalis*, a parasitoid of free-living grain beetles. – *Basic and Applied Ecology* 9: 452-457

POWELL, D. 1938: The biology of *Cephalonomia tarsalis* (ASH.), a vespoid wasp (Bethyridae: Hymenoptera) parasitic on the sawtoothed grain beetle. – *Annals of the Entomological Society of America* 31: 44-48

RUTHER, J., MEINERS, T., STEIDLE, J. L. M. 2002: Rich in phenomenons-lacking in terms. A classification of kairomones. – *Chemoecology*: 12: 161-167

## Welche Kriterien nutzen Weibchen der roten Mauerbiene, *Osmia rufa* (L.) (Megachilidae), bei der Partnerwahl?

Taina CONRAD<sup>1</sup>, Robert PAXTON<sup>2</sup>, Friedrich G. BARTH<sup>3</sup> & Manfred AYASSE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Ulm, Institut für Experimentelle Ökologie

Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm, Deutschland, Email: taina.conrad@gmx.de, manfred.ayasse@uni-ulm.de

<sup>2</sup> Queen's University Belfast, School of Biological Sciences, Medical Biology Centre

79 Lisburn Road, Belfast BT9 7BL, Northern Ireland

<sup>3</sup> Universität Wien, Departement für Neurobiologie und Kognitionsforschung

Althanstrasse 14, 1090 Wien, Österreich

Die Rote Mauerbiene, *Osmia rufa* (L.), ist eine der häufigsten heimischen Solitärbiene. Es handelt sich um eine stark proterandrische Art, bei der zunächst die Männchen und ca. zwei Wochen später die Weibchen schlüpfen (SEIDELMANN 1995). Das aktuelle Geschlechterverhältnis ist zugunsten der Männchen verschoben. Die Männchen suchen nach den rezeptiven Weibchen entweder bei den oft aggregierten Nestern oder an Blüten verschiedener Nahrungspflanzen. Die Paarung lässt sich allgemein in drei Phasen unterteilen – der Präkopulation, Kopulation und Postkopulation (SEIDELMANN 1995). In der Präkopulationsphase zeigen die Männchen ein stereotypisches Balzverhalten mit dem Ziel die Weibchen dazu zu bringen sie zur Kopulation zuzulassen. Das Männchen sitzt auf dem Weibchen und klammert es, während es wechselseitig mit den Fühlern über die Fühler des Weibchens streift und zusätzlich die Vorderbeine vor den Augen des Weibchens auf und ab bewegt. Jede Winkbewegung wird dabei von einem hohen kurzen Summton begleitet, der durch die Thoraxmuskulatur erzeugt wird. Das Weibchen kann während dieser Phase sein Abdomen nach unten krümmen und das Männchen abweisen (SEIDELMANN 1995), d.h. es findet aktive Weibchenwahl statt. Da *Osmia rufa* zur Bestäubung von Nutzpflanzen, z. B. Obstbäumen, eingesetzt wird, ist es für die Optimierung der Nutzung von *O. rufa* als Bestäuber wichtig das komplexe Paarungssystem besser zu verstehen. Das Ziel dieser Studie war es die Wahlkriterien, nach denen ein Weibchen sich für einen Paarungspartner entscheidet, zu untersuchen. Unsere Hypothese war, dass das Weibchen die Fitness der Männchen basierend auf den vom Männchen erzeugten Vibrationen einschätzt. Als zweites Wahlkriterium nutzt das Weibchen die Verwandtschaft zum Männchen, welche sie über den Duft des Männchens ermittelt.

Zur Untersuchung der Relevanz der Größe des Männchens als Auswahlkriterium wurde der Augenabstand bei erfolgreichen und abgelehnten Männchen verglichen. Außerdem wurden Akustik-Aufnahmen mit Hilfe eines Laserdopplervibrometers durchgeführt, um fest zu stellen ob es Unterschiede zwischen erfolgreichen und abgelehnten Männchen gibt. Dabei wurden Vibrationslänge, Intervall und Ruhephase ausgewertet. Um den Verwandtschaftsgrad zwischen Männchen und Weibchen bei gepaarten und ungepaarten Pärchen vergleichen zu können wurde die genetische Ähnlichkeit mit Hilfe von sechs Mikrosatelliten untersucht. Zuletzt wurden gaschromatographische Analysen von Oberflächenextrakten durchgeführt um die Duftbouquets der Männchen vergleichen zu können.

Die Größenvergleiche zeigten, dass das Weibchen kleine gegenüber großen Männchen bei der Paarung bevorzugen. Die Sound-Analysen ergaben, dass die Vibrationen der erfolgreichen Männchen signifikant länger waren als diejenigen der abgelehnten Männchen und einen Trend zu kürzeren Ruhepausen aufwiesen. Es werden also von den Weibchen Männchen gewählt, die länger vibrieren können und daher mehr Kraft bzw. Energie zur Verfügung haben. Die genetischen Analysen wiesen ebenfalls einen signifikanten Unterschied zwischen erfolgreichen und

abgelehnten Männchen auf, wobei die erfolgreichen Männchen näher mit den Weibchen verwandt waren als die abgelehnten. Da diese Männchen jedoch nicht besonders eng mit den Weibchen verwandt sind, kann dieses Ergebnis mit der Optimal-Outbreeding Theorie erklärt werden (BATESON 1983), nach der die Weibchen diejenigen Männchen bevorzugen, welche weder sehr nah noch sehr fern mit ihnen verwandt sind. Dadurch wird sichergestellt, dass keine Nachteile durch Inzucht entstehen aber auch keine Anpassungen, z.B. an lokale Habitatbedingungen, durch zu starkes Auskreuzen verloren gehen. Die GC-Analysen zeigten ebenso Unterschiede zwischen erfolgreichen und abgelehnten Männchen. Das Duftbouquet bestand aus 27 Substanzen, vorwiegend Alkanen, Alkenen und einem Ester. Mit Hilfe der standardisierten Diskriminanzfunktionskoeffizienten und den Ladungen der Hauptkomponenten konnten die für den Unterschied im Duftbouquet hauptverantwortlichen Substanzen ermittelt werden. Dabei handelt es sich um Z-9-C23, C25 und Z-7-C26, wobei sich die Duftbouquets ausschließlich in der Konzentration, nicht aber in der Zusammensetzung unterscheiden.

*Osmia rufa* Weibchen wählen ein Männchen aufgrund von mehreren Kriterien. Bevorzugt werden „fittere Männchen“, welche am längsten vibrieren können und am wenigsten Pausen brauchen. Außerdem spielt bei der Wahl die Verwandtschaft zu dem Paarungspartner eine Rolle. Ihre Verwandtschaft zum Männchen können die Weibchen durch Vergleich des eigenen Duftbouquets mit dem des Männchens abschätzen.

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung unserer Forschung durch den Deutschen Akademischen Austausch Dienst (Kurzfristige Studienaufenthalte für Abschlussarbeiten).

Seidelmann, K. 1995: Untersuchungen zur Reproduktionsbiologie der Roten Mauerbiene, *Osmia rufa* (L., 1758). – Dissertation, University of Halle, Halle

Bateson, P. 1983: Optimal outbreeding. S. 367-377. In Bateson, P. (ed.): Mate choice. – Cambridge University Press: Cambridge,

## Beine der Ölbienen: Öl-Aufnahme, Adhäsion und Entladung

Jean EISCHEID & Dieter WITTMANN

Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenkunde und Ressourcenschutz (INRES), Abteilung: Ökologie der Kulturlandschaften - Tierökologie  
Melbweg 42, 53127 Bonn, Deutschland, Email: tieroekologie@uni-bonn.de

In der Natur ist die Fähigkeit zum Umgang mit Ölen lediglich bei einigen solitären Bienen aus den Tropen, der Alten und der Neuen Welt ausgeprägt (MICHENER 2000). Diese Bienen sind darauf spezialisiert, Öle aus Blüten zu sammeln und in ihre Nester einzutragen. Das Öl wird mit Pollen vermischt an die Larven verfüttert oder zur Imprägnierung der Brutzellen verwendet (VOGEL 1990, ROUBIK 1989). Die Öle werden von den Bienen aus floralen Drüsen (Elaiophoren) mit speziellen spatelförmigen Borsten (Centridini) oder Saugquasten (*Macropis*) der Vor- und / oder Mittelbeine geschabt. Eine Ausnahme bilden die Arten der Ctenoplectridae bei denen die Öl-Aufnahme über ventrale Bauchbürsten erfolgt. Für den Transport in das Nest werden die gesammelten Öle nach bisherigem Wissenstand über Zwischenspeicher des mittleren Beinpaars in dichte Haarpolster auf den Hinterbeinen (Scopae) überführt (VOGEL 1986).

Gegentand der vorliegenden Arbeit sind die aus verstärkten unverzweigten Borsten und filigranen, verzweigten Fiederhaaren (VOGEL 1986, ROBERTS & VALLESPER 1978) zusammengesetzten Scopae der Ölbienen. Diese können wiederholt mit Öl aufgeladen und entladen werden, ohne dabei zu verkleben. Neben der Analyse des Öl-Aufnahmeprozesses und der Entladung durch Filmaufnahmen wurden Simulationen an Strukturmodellen sowie Untersuchungen zur Adhäsion der am Umgang mit Öl beteiligten Oberflächen durchgeführt.

Die licht- und rasterelektronenmikroskopische Erfassung der geometrischen Parameter ergab bei sämtlichen untersuchten Arten einen stratographischen Aufbau der Struktur mit distal zunehmender Überschneidung und einheitlicher Ausrichtung der Seitenhaare innerhalb der Struktur. Ungeachtet einer erhöhten Kapillarität, die für eine Speicherung und einen verlustfreien Transport von floralen Ölen als essentiell an zu sehen ist, ergibt sich aus der Leichtbauweise der Scopae ein gesteigertes Öl-Aufnahmevermögen von ca. 3000% im Verhältnis zum Eigengewicht der Haare.

Die Ermittlung der prozentualen Öl-Ablösung in Abhängigkeit von Zeit und Kraft durch Zentrifugation zeigte, dass zur Abgabe von 50% der aufgenommenen Ölmenge mit 400rpm (entspricht der 20-fachen Erdbeschleunigung) bereits ein erhöhter Kraftaufwand erforderlich ist. Wie sich darüber hinaus zeigte, gewährleistet die Anordnung der Seitenhaare die Entladung der Struktur. Die dabei verwendeten Entladekämme der Mittelbein-Metatarsen bewirken durch Auskämmen der Hinterbeine eine Schließung der Kapillaren zwischen den Haaren, wobei die Seitenhaare gegen den Haarschaft der Fiederhaare gedrückt werden. Somit kommt es zu einer nahezu rückstandslosen Entladung.

Die Charakterisierung der Oberflächen mittels der Abbildung hydrophiler / hydrophober Kontraste durch Rasterkraft-Mikroskopie und die Messung der Oberflächenenergie durch Einzelhaare-Tensiometrie ergab einen leicht hydrophoben Charakter der Einzelhaare.

Ein signifikanter Einfluss der Oberflächenenergie auf die oleodynamischen Vorgänge innerhalb der Struktur ist somit nicht zu erkennen und konnte auch durch chemische Veränderung der Oberflächen nicht nachgewiesen werden.

Diese Arbeit wurde als Teil des Projektes „Adhäsion und Ablösung von Ölen auf Kutikulaoberflächen spezialisierter Insekten - Potentiale für oleodynamische technische Innovationen“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

- Michener, C.D. 2000: Bees of the world. – University of Kansas Natural History Museum and Department of Entomology. The Johns Hopkins University Press Baltimore and London
- Roberts, R. B., Vallespir, S. R. 1978: Specialisation of hairs bearing pollen and oil on the legs of bees (Apoidea: Hymenoptera). – Ann. Entomol. Soc. Am. 71(4): 619-627
- Roubik, D. W. 1989: Ecology and history of tropical bees. – Cambridge Tropical Biology series, Cambridge University Press, S. 153-189
- Vogel, S. 1986: Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Zweite Folge. *Lysimachia* und *Macropis*. Trop. u. subtropische Pflanzenwelt 54. Akad. Wiss. u. Lit. Mainz, Franz Steiner Verlag GmbH Wiesbaden, S. 51-113
- Vogel, S. 1990: Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Dritte Folge. *Momordica*, *Thladiantha* und die Ctenoplectridae. – Trop. u. subtropische Pflanzenwelt 73. Akad. Wiss. u. Lit. Mainz, Franz Steiner Verlag GmbH Wiesbaden, S. 11-158

## Populationsgenetik der Heidekraut-Sandbiene *Andrena fuscipes* (Hymenoptera: Andrenidae)

Nina EXELER, Axel HOCHKIRCH & Anselm KRATOCHWIL

Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie / Chemie, Fachgebiet Ökologie  
Barbarastraße 13, 49076 Osnabrück, Deutschland, Email: nina.exeler@biologie.uni-osnabrueck.de

Der genetische Austausch zwischen Populationen ist für eine dauerhafte Erhaltung einer Population und für die Vermeidung von Inzucht und genetischer Verarmung essentiell. Durch die Fragmentierung und Separation bestehender Habitats wird der Genfluss zwischen Populationen stark eingeschränkt. Norddeutsche Heidelandschaften stellen geeignete Systeme zur Untersuchung der populationsgenetischen Auswirkungen von Fragmentierung dar, da der räumliche und zeitliche Rückgang dieser Habitats gut dokumentiert ist. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts waren Heidegebiete in Norddeutschland noch großflächig verbreitet, erfuhren aber bis zum Ende des 19. Jahrhunderts einen starken flächenhaften Rückgang und bestehen heute nur noch in kleinen Fragmenten.

Bestimmte Insektenarten sind an Heidelandschaften als Lebensräume angepasst und eignen sich durch diese Habitatpräferenz als Modellorganismen um den Einfluss des schnellen Rückgangs ihrer Lebensräume auf die genetische Situation zu testen. Die solitäre Heidekraut-Sandbiene *Andrena fuscipes* (KIRBY 1802) ist stark auf Heidekrautgewächse als Pollenquelle spezialisiert und deshalb auch auf Heidegebiete als Lebensraum beschränkt. In Deutschland und anderen Teilen Europas ist die Art gefährdet und in den Roten Listen der jeweiligen Länder verzeichnet. Die genetische Situation dieser Bienenart wurde an 12 Populationen aus dem nordwestdeutschen Tiefland mit Hilfe von acht Mikrosatelliten-Markern untersucht.

Die Ergebnisse zeigen eine hohe genetische Variabilität und vergleichsweise geringe Inzuchtkoeffizienten. Für kleine Populationen im Untersuchungsgebiet sind jedoch eine genetische Verarmung sowie Hinweise auf einen genetischen Flaschenhals festzustellen.

Die Populationsgenetik dieser Art spiegelt darüber hinaus eine starke geographische Strukturierung wider, obschon der Grad der genetischen Differenzierung gering war. Obschon viele Populationen von *Andrena fuscipes* im nordwestdeutschen Tiefland eine hohe genetische Variabilität zeigen, ist davon auszugehen, dass die Populationen unterschiedliche Stadien einer genetischen Isolation aufweisen. Ein Einfluss unterschiedlicher Nutzungsformen der Heidebestände auf die populationsgenetische Situation konnte nicht festgestellt werden, dennoch können sich überalterte Heidebestände durch einen Rückgang des Blütenangebots negativ auf den Erhalt größerer Populationen auswirken.

## Repellente Substanzen der Ameise *Dolichoderus bispinosus* und der Fledermaus *Lophostoma silvicolum* ermöglichen eine Übernahme von Nestern der Termiten *Nasutitermes corniger*

Simon GHANEM<sup>1</sup>, Elisabeth K. V. KALKO<sup>1</sup>, Stefan SCHULZ<sup>2</sup>, Dina DECHMANN<sup>3</sup> & Manfred AYASSE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Experimentelle Ökologie, Universität Ulm

Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm, Deutschland, Email: simon.ghanem@uni-ulm.de

<sup>2</sup> Institut für Organische Chemie, Technische Universität Braunschweig

Hagenring 30, 39106 Braunschweig, Deutschland

<sup>3</sup> Evolutionary Ecology, Leibniz-Institute for Zoo and Wildlife Research  
Kowalke Str. 17, 10315 Berlin, Deutschland

Nester und Kolonien sozialer Insekten stellen eine wertvolle Ressource dar und wirken daher anlockend auf Prädatoren und Parasiten. Die Kartonnester der in Bäumen lebenden Termiten *Nasutitermes corniger* werden oft von einer Vielzahl von Tierarten bewohnt. Neben zahlreichen Arthropoden, wie Spinnen oder bis zu 12 beschriebenen Ameisenarten, darunter auch *Dolichoderus bispinosus* (QUINET et al. 2005), nutzen auch Wirbeltiere wie z. B. Vögel (KESLER & HAIG 2005) und Fledermäuse der Gattung *Lophostoma* (DECHMANN et al. 2004, KALKO et al. 2006) die aktiven Termitennester als Behausung. Da das Kommunikationssystem sozialer Insekten hauptsächlich auf chemischen Signalen beruht (REGNIER & WILSON 1971), wobei Toleranz und Assoziation zwischen Arten durch Nestgefährtenerkennungssignale codiert werden (LENOIR et al. 2001), spielen chemische Mimikry und Camouflage eine bedeutende Rolle (DETTNER & LIEPERT 1994), wenn Prädatoren oder Parasiten unerkannt in Wirtsnester eindringen. Zusätzlich kann die Übernahme fremder Nestbereiche auch durch Repellentien realisiert werden, mit denen angreifende Wirtsindividuen auf Distanz gehalten werden (D'ETTORRE et al. 2000). In der vorliegenden Arbeit untersuchten wir, ob die Fledermaus *Lophostoma silvicolum* und die Ameise *Dolichoderus bispinosus* chemische Mimikry betreiben oder Repellentien benutzen, um in dem Nest der Termiten *Nasutitermes corniger* akzeptiert zu werden.

In Verhaltensexperimenten untersuchten wir die Repellentwirkung von 16 Testextrakten aus vier Gruppen (Termitennester, Termiten, Fledermäuse und Ameisen). Wir registrierten die Verteilung von Arbeitern und Soldaten von *N. corniger* auf Duft-imprägnierten Testfeldern und Kontrollfeldern, die nur mit Lösungsmittel behandelt worden waren. Die Extrakte der Fledermaus *L. silvicolum* und besonders die der Ameise *D. bispinosus*, lösten ein abschreckendes Verhalten bei den Termitensoldaten und -arbeitern aus. Dabei hielten sich signifikant weniger Tiere auf den behandelten Flächen auf. Zusätzlich wurden Oberflächen-, Teil- und Ganzkörperextrakte von Ameisen und Termiten sowie Haare der Fledermäuse mittels Gaschromatographie und Gaschromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie untersucht. Die resultierenden Duftbouquets wurden an Hand multivariater Statistiken (PCA, DFA) verglichen, um nach gemeinsamen Komponenten zu suchen, die chemische Mimikry belegen könnten.

93 der 180 untersuchten Duftstoffe konnten zumindest teilweise durch Gaschromatographie mit gekoppelter Massenspektrometrie identifiziert werden. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Mono- und Diterpene sowie verschiedenste Kohlenwasserstoffe. Wir konnten keine auffälligen Ähnlichkeiten zwischen einer der eindringenden Arten, *L. silvicolum* oder *D. bispinosus* und der Termiten *N. corniger* als Wirt finden. Wir verwarfen daher Mimikry als Strategie der Fledermaus und der Ameise, um in das Nest einzudringen. Während die Termitenextrakte hauptsächlich aus Mono- und Diterpenen, z. B.  $\alpha$ - und  $\beta$ -Pinen (Soldatenkopffextrakte) bestanden, deren Wirkung

als Alarmpheromone bei *N. corniger* bekannt ist, wurden die Ameisenextrakte durch Alkane, Alkene und methylverzweigte Kohlenwasserstoffe mit einer Kettenlänge zwischen C12 und C39 sowie durch einige Stoffe dominiert, die schon in anderem Kontext als Repellentien bekannt sind. Die Duftbouquets von *L. silvicolum* enthielten neben einigen Lipiden wie Cholesterin ebenfalls viele Mono- und Diterpene. Die vorliegende Arbeit zeigt deutlich, dass sowohl von Fledermäusen der Gattung *Lophostoma* als auch von der Ameise *D. bispinosus* zumindest teilweise Repellentien eingesetzt werden, um Termitennestbereiche einfacher zu übernehmen und mit den Termiten zu koexistieren.

- D'ETTORRE, P., ERRARD, C., et al. 2000: Sneak in or repel your enemy: Dufour's gland repellent as a strategy for successful usurpation in the slave-maker *Polyergus rufescens*. – *Chemoecology* 10(3): 135-142
- DECHMANN, D. K. N., KALKO, E. K. V., et al. 2004: Ecology of an exceptional roost: Energetic benefits could explain why the bat *Lophostoma silvicolum* roosts in active termite nests. – *Evolutionary Ecology Research* 6(7): 1037-1050
- DETTNER, K., LIEPERT, C. 1994: Chemical mimicry and camouflage. – *Annual Review of Entomology* 39(1): 129-154
- KALKO, E. K. V., UEBERSCHAER, K., et al. 2006: Roost structure, modification, and availability in the white-throated round-eared bat, *Lophostoma silvicolum* (Phyllostomidae) living in active termite nests. – *Biotropica* 38(3): 398-404
- KESLER, D. C., HAIG, S. M. 2005: Selection of arboreal termitaria for nesting by cooperatively breeding Micronesian Kingfishers *Todiramphus cinnamominus reichenbachii*. – *Ibis* 147(1): 188-196
- LENOIR, A., D'ETTORRE, P., et al. 2001: Chemical ecology and social parasitism in ants. – *Annual Review of Entomology* 46(1): 573-599
- QUINET, Y., TEKULE, N., et al. 2005: Behavioural interactions between *Crematogaster brevispinosa rochai* FOREL (Hymenoptera: Formicidae) and two *Nasutitermes* species (Isoptera: Termitidae). – *Journal of Insect Behavior* 18(1): 1-17
- REGNIER, F. E., WILSON E. O. 1971: Chemical communication and "propaganda" in slave-maker ants. – *Science* 172(3980): 267-269

## Nischenüberlappung zwischen Wild- und Honigbienen

André HAMM & Dieter WITTMANN

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Lehr- und Forschungsbereich Ökologie der Kulturlandschaft - Abteilung Tierökologie, Universität Bonn  
Melbweg 42, 53127 Bonn, Deutschland, Email: a.hamm@uni-bonn.de, wittmann@unibonn.de

Da es zunächst nicht auszuschließen ist, dass es zur Nahrungskonkurrenz kommt, wenn Honigbienen auf Pollenquellen zurückgreifen, die auch Wildbienen nutzen (CORBET et al. 1984, SCHAFFER et al. 1979, SCHAFFER et al. 1983, vgl. EVERTZ 1993), wird die Nahrungskonkurrenz durch die Honigbiene *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) nach wie vor als ein Grund für den Rückgang der Wildbienen Diversität kontrovers diskutiert. Am Beispiel ausgewählter Wildbienenarten sollte durch Störexperimente die Hypothese überprüft werden, dass es bei einer Erhöhung der Honigbienen dichte in definierten Untersuchungsgebieten zur Nischenüberlappung zwischen Wild- und Honigbienen bei der Nutzung bestimmter Pollensorten kommt, die zur Konkurrenz führt.

Die Ergebnisse der Experimente zeigen, dass die Honigbienen vornehmlich Massentrachten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen im Umfeld der Untersuchungsgebiete anfliegen und die Trachtpflanzen der untersuchten Wildbienenarten nur als Nebentracht nutzten. Folglich kam es nur zeitweise zur stärkeren Nischenüberlappung bei der Pollennutzung mit bestimmten Wildbienenarten. Die Messungen und Berechnungen ergaben z.B., dass es in einer der Versuchs-

phase zu einer Überlappung mit *Megachile lapponica* von 80% kam, im Fall der polylektischen *O. rufa* lag die Überlappung bei 36%. Am Beispiel der oligolektischen Arten *Heriades truncorum* und *M. lapponica* konnte weiter gezeigt werden, dass es während der verstärkten Honigbienenpräsenz weder zu Störungen der Wildbienenweibchen auf den Blüten der Trachtpflanzen *Tanacetum vulgare* bzw. *Epilobium angustifolium*, noch zu einer Verlängerung der Dauer ihrer Pollensammelflüge kam. Die Kontrollen der Nester ergaben keine Hinweise auf eine Verringerung der Reproduktionsleistung, die auf die erhöhte Honigbienenendichte und eine dadurch bedingte Nahrungskonkurrenz zurückzuführen war.

Auch wenn die Ergebnisse der Störexperimente deutlich zeigen, dass es zu keiner realisierten Nahrungskonkurrenz zwischen den Honigbienen und den Weibchen spezialisierter Wildbienenarten kam, bleibt dennoch zu bedenken, dass die Pollenmengen, die die Honigbienen auf den Trachtpflanzen der Wildbienen sammelten sehr groß waren. So hätten die Pollen, die die Honigbienen in nur 12 Tagen auf *T. vulgare* sammelten rein rechnerisch ausgereicht, um über 9000 weitere Larven von *H. truncorum* bzw. über 4000 Larven von *Colletes daviesanus* aufzuziehen. Mit der Pollenmenge, die sie im gleichen Jahr auf *E. angustifolium* sammelten, hätten fast 600 zusätzliche *M. lapponica*-Weibchen ihre gesamte Nachkommenschaft versorgen können.

## **Fragmentierte Wildbienen-Gemeinschaften (Hymenoptera, Apoidea) von Binnendünen-Lebensräumen: Artenzusammensetzung, Blütenbesuchsverhalten und Entwicklungspotential im Nordwesten Baden-Württembergs**

Sabrina KRAUSCH<sup>1</sup>, Arno SCHANOWSKI<sup>2</sup>, Hans R. SCHWENNINGER<sup>3</sup> & Anselm KRATOCHWIL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie / Chemie, Fachgebiet Ökologie  
Barbarastraße 11, 49069 Osnabrück, Deutschland  
Email: sabrina.krausch@gmx.de; anselm.kratochwil@biologie.uni-osnabrueck.de

<sup>2</sup> Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN)  
Sandbachstrasse 2, 77815 Bühl, Deutschland

<sup>3</sup> Büro Entomologie + Ökologie  
Goslarer Strasse 53, 70499 Stuttgart, Deutschland

### **Einleitung**

Wildbienen haben aufgrund der Bestäuberfunktion vieler Wild- und Kulturpflanzen eine wichtige Bedeutung für die Erhaltung und die Förderung von Ökosystemen (KEARNS et al. 1998, KRATOCHWIL 2003). Gleichzeitig besitzt diese Tiergruppe durch vielfältige und spezifische Nahrungs- und Nistplatzpräferenzen einen hohen Indikatorwert zur Beurteilung der Qualität von Landschaftsteilen (OERTLI et al. 2005, TSCHARNTKE et al. 1998). In den letzten Jahrzehnten ist durch eine zunehmende Habitatfragmentierung, veränderte landwirtschaftliche Nutzung und durch den Einsatz von Pestiziden und Herbiziden ein deutlicher Rückgang an Wildbienenarten zu verzeichnen (ALLEN-WARDELL et al. 1998, Gazoul 2005).

Zwischen Mainz und Basel existierten einst großflächige Flugsandflächen und Binnendünen, welche durch ihre extremen Standortbedingungen (hohe Temperaturen, Trockenheit, Nährstoffarmut) eine große Diversität an habitatspezifischen Tier- und Pflanzenarten beherbergen.

Die Sandgebiete der Oberrheinischen Tiefebene sind mittlerweile aufgrund von wachsender Zersiedlung, Sandabtragungen, Ruderalisierung und landwirtschaftlich intensiver Nutzung stark gefährdet (ROHDE 1994) und nach FFH-Richtlinie als primär zu schützende Lebensräume eingestuft (SSYSMANK et al. 1998). In einer von der Stiftung Naturschutzfonds geförderten zweijährigen Untersuchung (2007-2008) werden die Wildbienen-Gemeinschaften in acht weitgehend fragmentierten Sandökosystemen zwischen Schwetzingen und Sandhausen in Verbindung mit ihrer Ressourcennutzung dokumentiert. Anhand der erfassten Zönosenstruktur und des Ressourcen- und Requisitenbedarfs wird der Einfluss der Fragmentierung der Sandökosysteme auf die Diversität und Abundanz der Wildbienen aufgezeigt. Schutzmaßnahmen und Restitution dieser ehemals großflächigen Sand-Ökosysteme sind von essentieller Bedeutung. Bereits bei einer Bestandserhebung im Jahr 1994 zeigte es sich für den Gemeindebezirk Sandhausen, dass im Vergleich zu historischen Artenlisten (1920-1980) 56% der habitatspezifischen apoiden Hymenopteren nicht mehr im Gebiet vorkamen (KRÜSS 1994).

## Methoden

Die Untersuchungen fanden in folgenden Untersuchungsgebieten statt: „Hirschacker und Dossenwald“ (2 Flächen); „Ofersheimer Düne“, Teilfläche „Friedenshöhe“; „Pflege Schönau-Galgenbuckel“ (2 Flächen); „Pferdstrieb“ (2 Flächen); „Zugmantel-Bandholz“. Pro Untersuchungsgebiet wurden jeweils drei Probeflächen (Probeflächengröße: 80 m<sup>2</sup>) bearbeitet. Die vegetationskundliche Erfassung der Probeflächen erfolgte nach Braun-Blanquet (veränderte Skala nach BARKMANN et al. 1964), eine wöchentliche blühphänologische Aufnahme der Probeflächen von April bis September 2007 nach der Methode KRATOCHWIL (1984). Die apoiden Hymenopteren wurden an 9 Terminen von April bis September 2007 (Kescherfang, Determination im Gelände) erfasst, ebenso fanden Fänge in der Umgebung statt. Zur Auswertung und Darstellung der Ergebnisse dienten Ordinationsverfahren (Detrended Correspondence Analysis/DCA).

## Erste Ergebnisse und Diskussion

Die einzelnen Untersuchungsgebiete unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Flächengröße und ihres Fragmentierungsgrades. Eine Ordination der Vegetation der Probeflächen zeigt, dass sich die einzelnen Untersuchungsflächen der verschiedenen Naturschutzgebiete deutlich voneinander abgrenzen lassen. Innerhalb der Naturschutzgebiete weisen sie jedoch eine hohe Homogenität auf. Die Artenzusammensetzung der Silbergras- und Blauschillergrasfluren variiert zwischen den einzelnen Gebieten. Insgesamt verdeutlichen die vegetationskundlichen Ergebnisse, dass sich die Naturschutzgebiete aufgrund von voranschreitender Sukzession und zunehmender Ruderalisierung pflanzensoziologisch in einem schlechten Zustand befinden. Die ehemals typischen Sandrasenbestände zeigen eine zunehmende Degradation.

Die Ordination der Wildbienendaten korreliert deutlich mit der Zusammensetzung der Vegetation. Insgesamt konnten auf allen Untersuchungsflächen 1180 Individuen mit 112 Arten festgestellt werden. Die Artenzahlen der einzelnen Naturschutzgebiete unterscheiden sich stark voneinander. Die höchste Artenzahl wurde im NSG „Hirschacker und Dossenwald“ (43 Arten) festgestellt, wohingegen das NSG „Ofersheimer Düne“, Teilfläche „Friedenshöhe“, die geringsten Individuen- und Artendichte aufweist (20 Arten). Die Gemeinschaftsstruktur wird innerhalb der einzelnen Naturschutzgebiete vor allem durch die Anwesenheit vieler polylektischer Arten geprägt, welche zumeist keine spezifische Lebensraumpräferenz besitzen. Das

Verhältnis Spezialisten zu Generalisten ist nach Analyse der spezifischen Nahrungs-, Nistplatz- und Habitatpräferenzen von der Flächengröße unabhängig.

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Zusammensetzung der Wildbienen-Gemeinschaft ist die Verfügbarkeit offener Bodenflächen. In den Untersuchungsgebieten überwiegen endogäisch nistende Wildbienenarten, vor allem solche der Gattungen *Andrena*, *Halictus* und *Lasioglossum*. Mangels geeigneter Nahrungsressourcen wurden nur zwei Drittel der erfassten Wildbienen beim Blütenbesuch beobachtet. Mit zunehmender Vegetationsdeckung und dadurch fehlender Nistplatzhabitate nimmt die Abundanz an Individuen und Arten in den Flächen stark ab.

Aufgrund der unterschiedlichen Pflanzensammensetzung stellt jedes Naturschutzgebiet den Wildbienen-Gemeinschaften ein anderes Ressourcenangebot zu Verfügung. Häufig genutzte Nahrungspflanzen sind *Thymus serpyllum*, *Hieracium pilosella* und *Erigeron annuus*. Ergänzt wird das jeweilige Blütenspektrum durch gebietspezifische Pflanzenarten. Insgesamt sind jedoch das vorhandene Ressourceninventar und die ermittelten Blütendichten der einzelnen Gebiete sehr gering. Dieses limitierte Ressourcenangebot ist für das häufige Fehlen oligolektischer Wildbienenarten ausschlaggebend.

Der Anteil an Rote-Liste Arten gemessen an der Gesamtartenzahl ist in allen Naturschutzgebieten hoch (27%–51%), wobei die höchsten Artenzahlen im NSG „Hirschacker und Dossenwald“ erreicht wurden. Bemerkenswert ist das dominante Vorkommen der in Baden-Württemberg vom Aussterben bedrohten und an Flugsand gebundenen Reliktart *Nomioides minutissimus* ROSSI, 1790. Weitere häufige Arten sind *Halictus confusus* SMITH, 1853 und *Andrena flavipes* PANZER, 1799.

Der Anteil an Rote-Liste Arten zeigt die hohe Qualität der Wildbienen-Gemeinschaften der einzelnen Naturschutzgebiete auf, wobei das Entwicklungspotential gemessen an historischen Daten stark rückläufig ist. Es liegt auf der Hand, dass durch die zunehmende Verarmung der typischen Sandrasenvegetation, durch den Rückgang der Blütendichten und den Verlust an offenen Sandflächen als Nisthabitat, die Arten- und Individuenzahlen an Wildbienen in den Gebieten weiter zurückgehen werden. Zusätzlich stellt die sehr kleinräumige und stark fragmentierte Verteilung der Flächen innerhalb weitgehend geschlossener Waldbestände ein weiteres Hindernis zur Erhaltung und Neuetablierung sandtypischer Wildbienenarten dar. In diesem Zusammenhang sind eine genetische Verarmung und ein erhöhtes Aussterberisiko der kleinen Inselformen zu erwarten. Um diese Naturschutzgebiete mit ihren seltenen und konkurrenzschwachen Pflanzen- und Tierarten zu erhalten, müssen dringend geeignete Pflegemaßnahmen sowie Maßnahmen der Restitution von Sandrasen ergriffen werden. Dazu gehören ebenfalls das Neuanlegen von Sandflächen, Flächenvergrößerungen und die Einrichtung von Korridoren. Auch sollte das Pflegemanagement auf den Lebenszyklus dieser Tiergruppe abgestimmt sein, so dass aufgrund der Ressourcenlimitierung die Wildbienen-Gemeinschaften nicht noch einer zusätzlichen Gefährdung ausgesetzt sind.

Wir bedanken uns bei der Stiftung Naturschutzfonds, Baden-Württemberg, für die großzügige Bereitstellung finanzieller Mittel sowie beim Regierungspräsidium Karlsruhe für die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen.

ALLEN-WARDELL, G., BERNHARDT, P., BITNER, R., BURQUEZ, A., BUCHMANN, S., CANE, J., COX, P. A., FEINSINGER, P., INOUE, D., JONES, C. E., KENNEDY, K., KEVAN, P., KOPOWITZ, H., MEDELLIN, R., MEDELLIN-MORALES, S., NABHAN, G. P., PAVLIK, B., TEPEDINO, V., TORCHIO, P. & WALKER, S. 1998: The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. – *Conservation Biology* 12(1): 8-17

BARKMANN, J. J., DOING, H. & SEGAL, A. 1964: Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. – *Acta. Bot. Neerl.* 13: 394-419

- GHAZOUL, J. 2005: Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. – *Trends in Ecology and Evolution* 20(7): 367-373
- KEARNS, C. A., INOUE, D. W. & WASER, N. M. 1998: Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. – *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 29: 83-112
- KRATOCHWIL, A. 1984: Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: biozöologische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Mesobrometum) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). – *Phytocoenologia* 11(4): 455-669
- KRATOCHWIL, A. 2003: Bees (Hymenoptera: Apoidea) as key-stone species: specifics of resource and requisite utilisation in different habitat types. – *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft* 15: 59-77
- KRÜSS, A. 1994: Die Stechimmen der Sandhausener Dünen. In ROHDE, U. (Hrsg.): *Die Sandhausener Dünen*. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 80: 223-240
- OERTLI, S., MÜLLER, A. & DORN, S. 2005: Ecological and seasonal patterns in the diversity of a species-rich bee assemblage (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). – *Journal of Entomology* 102, 53-63.
- ROHDE, U. 1994: Einleitung und Hinweise zur Benutzung des Buches. In ROHDE, U. (Hrsg.): *Die Sandhausener Dünen*. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 80: 7-15
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C., SCHRÖDER, E. 1998: Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). – *Schriftenr. Landschaftpfl. Naturschutz* 53: 1-558
- TSCHARNTKE, T., GATHMANN, A. & STEFFAN-DEWENTER, I., 1998: Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. – *Journal of Applied Ecology* 35: 708-719
- WESTRICH, P. 1989: *Die Wildbienen Baden-Württembergs*. – Band 2, 972 S., Stuttgart: Ulmer

## **Advances in Australian spider wasp systematics (Hymenoptera: Pompilidae) Fortschritte in der Systematik der Australischen Wegwespen (Hymenoptera: Pompilidae)**

Lars KROGMANN<sup>1</sup>, Michael C. DAY<sup>2</sup>, Andrew D. AUSTIN<sup>3</sup> & Steven J. B. COOPER<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Abteilung Entomology  
Rosenstein 1, 70191 Stuttgart, Germany, Email: krogmann.smns@naturkundemuseum-bw.de

<sup>2</sup> National Museum Cardiff  
Cathays Park, Wales

<sup>3</sup> Australian Centre for Evolutionary Biology and Biodiversity, School of Earth and Environmental Sciences,  
The University of Adelaide, Australia

<sup>4</sup> Evolutionary Biology Unit, South Australian Museum  
Adelaide, Australia

Spider-hunting wasps (Hymenoptera, Pompilidae) are a diverse group of parasitic wasps that prey exclusively on spiders. Females search and hunt for spiders, which they paralyse and store in a previously constructed nest as food for their developing larvae. All pompilid species provide a single spider per nest cell on which they lay a single egg. The Australian pompilid fauna is huge with an estimate of 500+ species, about 60% of which are undescribed. Of the four recognised subfamilies, the Pepsinae comprise the least known Australian genera, many of which are monotypic or contain only few species. Many of these genera also exhibit a striking level of sexual dimorphism, which complicates sex associations and often led to the males remaining undescribed (KROGMANN et. al. in press). The primary aim of the current project is to develop a synopsis of the Australian pompilid genera. Based on extensive morphological and molecular data we will also derive a robust phylogeny and reclassification of the Pompilidae to

provide an evolutionary framework for ecological and behavioural research on the family. The utility of mitochondrial gene rearrangements (DOWTON et al. 2002) for resolving basal nodes within Pompilidae will be evaluated.

- DOWTON, M., CASTRO, L. R. & AUSTIN, A. D. 2002: Mitochondrial gene rearrangements as phylogenetic characters in the invertebrates: the examination of genome 'morphology'. – *Invertebrate Systematics* 16: 345-356
- KROGMANN, L., DAY, M. C., AUSTIN, A. D.: A new spider wasp from Western Australia, with a description of the first known male of the genus *Eremocurgus* HAUPT (Hymenoptera: Pompilidae). – *Records of the Western Australian Museum, Supplement* (in press)

## **Bestäubungsökologie gefährdeter Blütenpflanzen auf Bärwurzweiden und Borstgrasrasen der Eifel**

Judith RIEDEL, Matthias SCHINDLER, André HAMM & Dieter WITTMANN

Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES), Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft - Tierökologie  
Melweg 42, 53127 Bonn, Deutschland  
Email: judithriedel@yahoo.de, m.schindler@uni-bonn.de; a.hamm@uni-bonn.de, wittmann@uni-bonn.de

Kenntnisse über die Bestäubungsökologie von Pflanzen sind eine wichtige Grundlage für ihren Schutz. Im National-Park Eifel wurde die Bestäubungsökologie der gefährdeten *Narcissus pseudonarcissus*, *Pedicularis sylvatica* und *Gentiana pneumonanthe* untersucht. Hierbei wurden unterschiedlicher Bestäubungsmodi (z. B. Versuche zur Fremd- und Selbstbestäubung) evaluiert. Außerdem wurden das Blütenbesucherspektrum dokumentiert und potentielle Bestäuber ermittelt. Auf den Untersuchungsflächen (Narzissenweiden bzw. Bärwurzweiden und Borstgrasrasen) wurden systematisch die Bienen- und Schwebfliegenzönosen erfasst.

## **Die Empfindlichkeit antennaler Rezeptoren für das Königinnenpheromon bei *Bombus terrestris* Arbeiterinnen**

Ann-Marie ROTTLER & Manfred AYASSE

Universität Ulm, Institut für Experimentelle Ökologie  
Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm, Deutschland, Email: ann-marie.rottler@uni-ulm.de

Bei der Erdhummel *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) monopolisiert die Königin die Reproduktion in ihrer Kolonie mit Hilfe eines Primer-Pheromons, das die Eierstockentwicklung der Arbeiterinnen hemmt. Ihre Vormachtstellung ist allerdings von begrenzter Dauer, da dominante Arbeiterinnen ab einem bestimmten Zeitpunkt der Kolonieentwicklung eigene Eier legen. Trotz zahlreicher Untersuchungen ist bisher unklar, wie die Hemmung der Eierstockentwicklung bei diesen Arbeiterinnen überwunden wird.

Wir prüften daher den Einfluss individueller Unterschiede in der Empfindlichkeit antennaler Rezeptoren für die Substanzen des Königinnenpheromons in Zusammenhang mit dem Alter,

dem Ovarienentwicklungszustand, der Körpergröße und dem Juvenilhormon (JH) III Titer von Arbeiterinnen. Unsere Hypothese war, dass die Geruchswahrnehmung für das Königinnenpheromon auf Rezeptorebene bei älteren Tieren schwächer ist und damit eine Entwicklung der Eierstöcke möglich wird.

Um die Empfindlichkeit der antennalen Rezeptoren zu ermitteln, führten wir elektroantennographische Analysen (EAGs) mit verschiedenen alten Arbeiterinnen und unverpaarten, sowie brütenden Königinnen als Referenz durch. Dazu wurden präparierte Antennen mit synthetischen Substanzen und Mischungen, die in Kutikulaextrakten von Königinnen nachgewiesen wurden und die eine Primerwirkung auf die Ovarienentwicklung der Arbeiterinnen haben (AYASSE, in Vorbereitung), stimuliert und die Antwortstärke der Rezeptoren gemessen. Um einen möglichen Einfluss weiterer Faktoren auf EAG-Antworten festzustellen, wurde von den getesteten Tieren außerdem die Körpergröße, der Ovarienentwicklungszustand und der JH III Titer bestimmt.

Die Auswertung der EAG-Daten ergab, dass keine auffälligen altersbedingten Veränderungen in der peripheren Wahrnehmungsfähigkeit bei Arbeiterinnen für das Königinnenpheromon nachweisbar waren. Neben dem Faktor Alter waren die individuellen Unterschiede bei EAG-Antworten auch unabhängig vom Entwicklungszustand der Ovarien und dem JH III Titer. Im Gegensatz dazu hatten die Körpergröße und möglicherweise auch der Ernährungszustand der Tiere einen Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit ihrer Antennen bei EAG-Experimenten.

Da auf Rezeptorebene bei *B. terrestris* Arbeiterinnen keine altersabhängige Änderung der Wahrnehmungsfähigkeit für das Königinnenpheromon nachgewiesen werden konnten, kann eine Änderung der Rezeptorempfindlichkeit nicht für den Beginn der Eiablage bei Arbeiterinnen verantwortlich sein. In weiteren Untersuchungen testen wir daher die Bedeutung der Wahrnehmungsfähigkeit des Königinnenpheromons für die Arbeiterinnenreproduktion auf zentraler Ebene, das heißt mögliche alters- oder statusabhängige Veränderungen der Verarbeitungsplastizität dieser Signale im Gehirn.

## **Umfasst *Nomada fabriciana* F. (Hymenoptera, Apiformes) zwei Biospecies?**

Matthias SCHINDLER

Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz  
Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft - Tierökologie  
Melbweg 42, 53127 Bonn, Deutschland, Email: m.schindler@uni-bonn.de

Kuckucksbienen der Gattung *Nomada* sind obligatorische Kleptoparasiten, die überwiegend mit Wirtsbienen der Gattung *Andrena* assoziiert sind. Die Kuckucksbienenweibchen dringen in die Wirtsnester ein und legen dort ein Ei in die Brutzelle. Die Larve des Kleptoparasiten ernährt sich von dem Futter, das das Wirtsbienenweibchen für ihre eigenen Nachkommen in die Brutzelle eingetragen hat. Die Flugzeiträume der Parasiten und ihrer Wirte sind mehr oder weniger synchron. Für die meisten *Nomada*-Arten wird eine hohe Wirtsspezifität vermutet. Allerdings gibt es einige Arten, für die eine Bindung an mehrere Wirtsarten beschrieben wurde. So wird beispielsweise *Nomada fabriciana* (LINNÉ) als bivoltine Kuckucksbiene, mit einer Frühjahrs- und einer Sommergeneration, beschrieben, deren Hauptwirt die ebenfalls bivoltine *Andrena bicolor* FABRICIUS ist. Als Nebenwirte werden *Andrena chrysoceles* (KIRBY) (univoltin) sowie *A. angustior* (KIRBY) (univoltin) genannt (siehe WESTRICH 1989: 773, PEETERS et al.

1999). Belege für die Wirtsbinding von *N. fabriciana* und *A. bicolor* sowie *A. chrysoceles* - konnten durch die Verwendung von Emergenzfallen erbracht werden (SCHINDLER 2005, SCHINDLER unveröff.).

Bei der Analyse phänologischer Daten (1996 bis 2008) von *N. fabriciana* aus einem Untersuchungsgebiet bei Bonn zeigte sich, dass drei Abundanzmaxima von *N. fabriciana* erfasst wurden. Die erste und letzte phänologische Gruppe (Taxon 1) war nachweislich mit der Frühjahrs- bzw. Sommergeneration von *A. bicolor* assoziiert. Bei der mittleren Gruppe (Taxon 2) handelt es sich möglicherweise um eine zweite Biospezies, die von Taxon 1 reproduktiv isoliert und mit *A. chrysoceles* assoziiert ist. Diese Vermutung wird durch Untersuchungen zur Wirtsspezifität im Flugkäfig gestützt, bei denen Parasitenweibchen von Taxon 2 weniger Reaktionen auf ein Nest von *A. bicolor* zeigten als Parasitenweibchen von Taxon 1.

PEETERS, T. M. J., RAEMAKERS, I. P., SMIT, J. 1999: Voorlopige atlas van de Nederlandse bijen (Apidae). – European Invertebrate Survey - Nederland, Leiden

SCHINDLER, M. 2005: Biologie kleptoparasitischer Bienen und ihrer Wirte (Hymenoptera, Apiformes): Labor- und Freilanduntersuchungen an Arten der Gattungen *Nomada* und *Andrena*. – Dissertation Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 2004 [D 98], Bonn: Selbstverlag

WESTRICH, P. 1989: Die Wildbienen Baden-Württembergs. – 2 Bde., Stuttgart: Ulmer

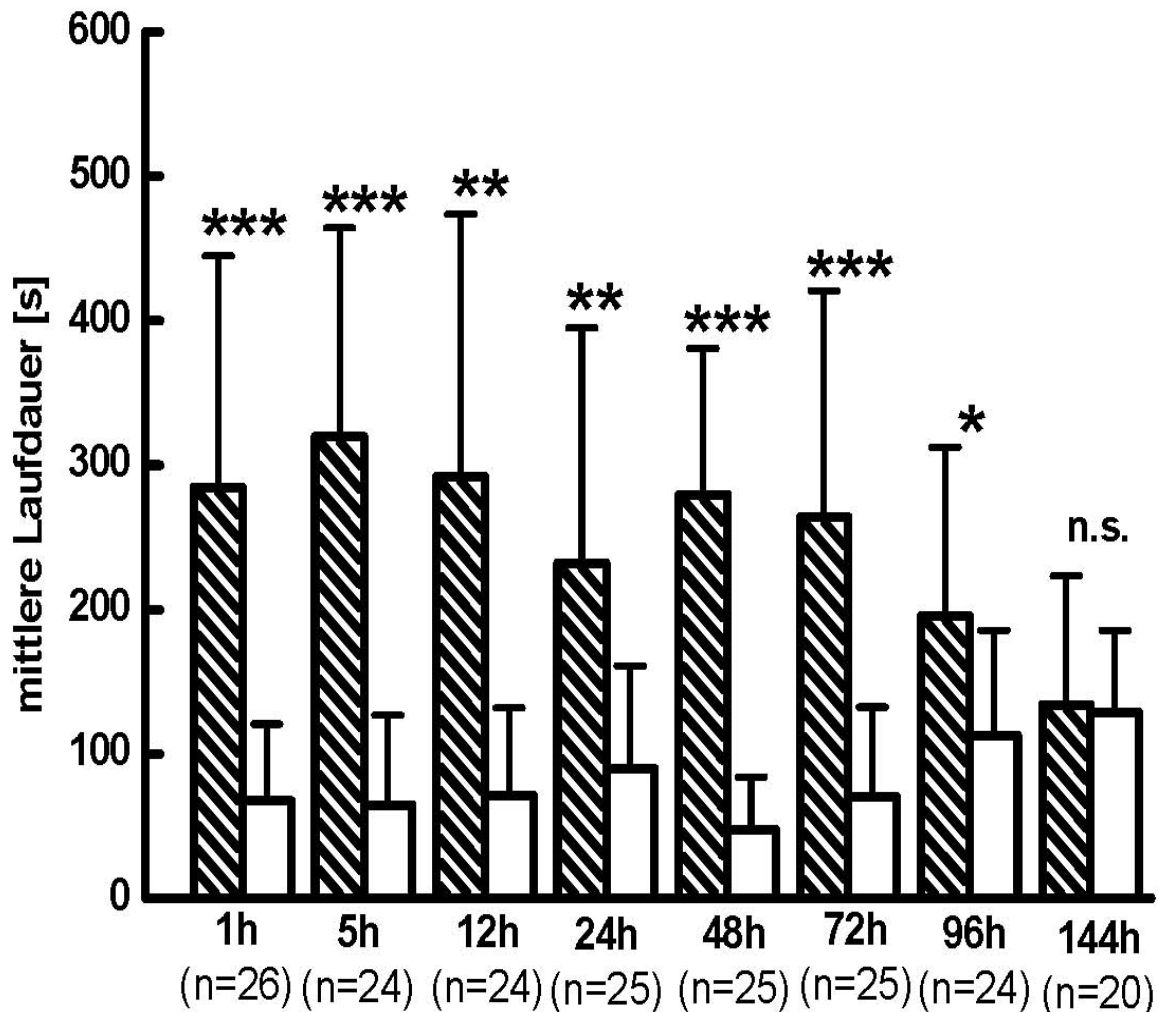
## Geruchslernen bei *Nasonia vitripennis* im ökologischen Kontext

Daria SCHURMANN & Johannes L. M. STEIDLE

Universität Hohenheim, Institut für Zoologie, Fg. Tierökologie 220c  
Garbenstraße 30, 70599 Stuttgart, Deutschland, Email: darias@uni-hohenheim.de

Parasitoide nutzen häufig Gerüche aus der Umwelt ihrer Wirte zur Wirtssuche (TURLINGS et al. 1993). Manche parasitische Wespen sind dabei fähig, solche chemischen Signale vom Wirt und aus der Wirtsumgebung assoziativ zu lernen (STEIDLE & VAN LOON 2003, MÜLLER et al. 2005, COLLATZ et al. 2006, BLEEKER et al. 2006, SMID et al. 2007). Dabei gibt es deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Arten. Nach einem neuen Konzept gehen diese Unterschiede mit der Ökologie einer Art einher (MENZEL 1999, 2002, BLEEKER et al. 2006). Parasitoide, deren Wirte sich innerhalb einer Generation immer in ausreichender Anzahl in der gleichen Geruchsumgebung befinden, sollten bereits nach einmaliger Erfahrung ein Langzeitgedächtnis für solche wirtsassoziierten Gerüche bilden. Arten, deren Wirte eher vereinzelt vorkommen und die in ihrem Leben mehrere Wirtspatches mit variierenden Umgebungsgerüchen aufsuchen müssen, sollten eine einmalige Erfahrung dagegen nach einer gewissen Zeit wieder vergessen. In der vorliegenden Arbeit wurde diese Hypothese mit der parasitischen Wespe *Nasonia vitripennis*, einem Parasitoiden von Fliegenpuparien, getestet. Dabei konnte erstmalig assoziatives Lernen von wirtsassoziierten Gerüchen auch für diese Art gezeigt werden: Nach einer einmaligen Konditionierung bestehend aus einer Wirtsbegegnung in Anwesenheit des synthetischen Geruches Furfurylheptansäureester (FFH) reagieren die Wespen im anschließenden Olfaktometerversuch positiv auf diesen Geruch. Die Weibchen können das Gelernte für vier Tage behalten (siehe Abbildung). Nach sechs Tagen zeigten die Wespen keine Reaktion auf den Duftstoff. Versuche zur Blockierung des Gedächtnisses mit Ethacrynsäure (XIA et al. 1998,

FRIEDER & ALLWEIS 1982) deuten darauf hin, dass bei *N. vitripennis* nach einmaliger Konditionierung ein Intermediärgedächtnis gebildet wird.



**Abb. 1:** Mittlere Laufdauer ( $\pm$  Standardabweichung) von konditionierten Wespen in den Feldern eines Olfaktometers. Schraffierte Balken: FFH, konditionierter Duftstoff, weiße Balken: Kontrollen. \*\*\* -  $p < 0,001$ , \*\* -  $p < 0,01$ , \* -  $p < 0,05$ , n.s. - nicht signifikant (Wilcoxon matched-pairs Test).

Die Wirte von *N. vitripennis* bestehen aus Fliegenpuparien, die an Kadavern von verschiedenen Tierarten oder in Nestern verschiedener Vogelarten vorkommen. Untersuchungen zur Größe dieser Wirtspatches ergaben, dass diese im Durchschnitt 30-70 Fliegenpuppen, häufig aber auch weniger als 10 Wirte beherbergen. Eigene Daten zeigen, dass Weibchen von *N. vitripennis* bis zu 170 Fliegenpuppen in ihrem Leben parasitieren können. Häufig bietet ein einzelner Patch also nicht ausreichend Fliegenpuparien für die Wespenweibchen. Diese müssen deshalb in ihrem Leben vermutlich mehrere Patches anfliegen. Damit bestätigen diese Untersuchungen an *N. vitripennis* die oben vorgestellte Hypothese, nach der die Lernleistung parasitischer Wespen an ihre Ökologie angepasst ist.

BLEEKER, M., SMID, H., STEIDLE J. L. M., KRUIDHOF, M., VAN LOON, J. J. A., VET, L. E. M. 2006: Differences in memory dynamics between two closely related parasitoid wasp species. – *Animal Behaviour* 71: 1343-1350  
 COLLATZ, J., MÜLLER, C., STEIDLE, J. L. M. 2006: Protein-synthesis dependent long-term memory induced by one single, non-spaced training in a parasitic wasp. – *Learning & Memory* 13: 263-266

- FRIEDER, B., ALLWEIS, C. 1982: Memory Consolidation: Further Evidence for the Four-Phase Model from the Time-Courses of Diethylthiocarbamate and Ethacrynic Acid Amnesias. – *Physiology & Behavior* 29: 1071-1075
- MENZEL, R. 1999: Memory dynamics in the honeybee. – *Journal of Comparative Physiology* 185:323-340
- MÜLLER, C., COLLATZ, J., WIELAND, R., STEIDLE, J. L. M. 2005: Associative learning and memory duration in the parasitic wasp *Lariophagus distinguendus*. – *Animal Biology* 56: 221-232
- SMID, H. M., WANG, G., BUBOVINSKY, T., STEIDLE, J. L. M., BLEEKER, M. A. K., VAN LOON, J. J. A., VET, L. E. M. 2007: Species-specific variation in acquisition and consolidation of long-term memory. – *Proceedings of the Royal Society B* 274: 1539-1546
- STEIDLE, J. L. M., VAN LOON, J. J. A. 2003: Dietary specialization and infochemical use in carnivorous arthropods: testing a concept. – *Entomologia Experimentalis et Applicata* 108: 133-148
- TURLINGS, T. C. J., WÄCKERS, F. L., VET, L. E. M., LEWIS, W. J., TUMLINSON, J. H. 1993: Learning of host-finding cues by hymenopterous parasitoids. Pp. 51-78. *In* PAPA, D. R. & LEWIS, A. C. (Hrsg.): *Insect Learning: Ecological and evolutionary perspectives*. – Chapman and Hall, New York
- XIA, S. Z., FENG, C. H., GUO, A. K. 1998: Multiple-phase model of memory consolidation confirmed by behavioural and pharmacological analyses of operant conditioning in *Drosophila*. – *Pharmacology Biochemistry & Behavior* 60: 809-816

## Reading pollinator footprints on natural flowers: A new approach for pollination ecologists

Sebastian WITJES & Thomas ELTZ

Institut für Neurobiologie, AG Sinnesökologie  
Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf, Germany  
Email: sebastian.witjes@uni-duesseldorf.de, eltz@uni-duesseldorf.de

Observational assessment of pollinator identity and visitation frequency on natural flowers is rather time consuming, especially when flower visitor abundance is low. We propose to decipher past flower visitation by extraction of visitor footprints from flowers and subsequent GC/MS analysis. The cuticle of bumblebees is covered by a mixture of long chained (21 to 31 C-atoms) alkanes and alkenes. During flower visits traces of these cuticular hydrocarbons remain on visited flower corollas. Since the hydrocarbon profile of most unvisited flower corollas is limited to alkanes we considered unsaturated alkenes as possible chemical markers of pollinator visitation. Through our experiments with bumblebees and bumblebee pollinated plants we could show accumulation of partly species specific marker alkenes on visited flower corollas. In laboratory experiments this effect was rather independent from ambient temperature (15 °C, 25 °C) and elapsed time since the last flower visit (0, 6 and 24 hours). This suggests that residual footprint quantification is informative under a range of environmental conditions. GC/MS analysis of tarsal extracts of bumblebees showed significant differences in the alkene composition of 6 different common species. In an experiment with *Symphytum officinale* the alkene profile of visited flowers significantly corresponded to the profile of the most abundant visitor. Further experiments will show if the quantification of pollinator footprints will prospectively enable us to assign the exact proportion of flower visits to different bumblebee species.

## Single mating in two species of *Euglossa* orchid bees revealed by microsatellites

Yvonne ZIMMERMANN & Thomas ELTZ

Institut für Neurobiologie, AG Sinnesökologie, Universität Düsseldorf, Germany  
Email: zimmermann.yvonne@gmx.de, eltz@uni-duesseldorf.de

Female mating frequency has an impact on sociality because it is influencing genetic heterogeneity of the offspring. Single mating may promote sociality by increasing the degree of relatedness among daughters and, thus, their incentive to cooperate. The number of different males that females mate with is variable in Hymenoptera and so far unknown in neotropical orchid bees (Euglossini), which are closely related to honey bees (Apini), bumble bees (Bombini) and stingless bees (Meliponini). We used polymorphic markers (microsatellites) for paternity analysis of brood in nests of *Euglossa hemichlora* (Panama) and *Euglossa viridissima* (Mexico). In the majority of nests all brood was clearly descended from the single present adult female (mother). The diploid female offspring shared the same paternal alleles, strongly supporting single mating of the mother. We found no indication for multiple mating. Two kinds of nest structures were found: nest boxes, which were inhabited by a single mother and a single cell cluster, and nest boxes with two or more adult females and occasionally more than one cell cluster. Females that shared a nest were normally (one exception) related to each other (sister or daughter), with one female being identified as the main reproductive one. Such matrilineal nest associations could be promoted by single mating because of the additional inclusive fitness that females gain by helping their mother or older sisters. Some of the genetic disadvantages of single mating (low genetic variability among offspring) may be compensated by female choosiness in respect to their single mate: Male orchid bees expose complex plant derived perfumes during their courtship behaviour. These blends are time-consuming and risky to collect from different natural sources and accumulate in hind leg pockets as a species specific perfume. Correct perfumes may reliably indicate the fitness of males, reducing the benefits obtainable from additional matings.





**ISSN 1614-3140**