

Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung e.V.
49. Jahrestagung in Celle
vom 25. 03. 2002 – 27. 03. 2002

Association of Institutes for Bee Research
Report of the 49th seminar in Celle
25–27 March 2002

Association des Instituts de Recherche sur les abeilles
Comptes rendus du 49^e congrès à Celle
25–27 mars 2002

Verzeichnis der Referate (*bedeutet, dass zu diesem Titel keine Zusammenfassung aufgeführt ist).

List of reports (*after the title indicates that no abstract of this report is published).

Liste des communications (* après le titre indique que le résumé de la communication n'est pas publié dans ce numéro).

Einführungsvortrag, Invited talk, Conférence inaugurale

1. Organisationsformen und Funktion bundesdeutscher Hymenopterendienste. *M. von Orlow* *

Organisation and function of the German hymenopterists services.

Organisation et fonction des services allemands d'hyménoptéristes.

Bienenweide, Bienenprodukte, Bestäubung

Bee forage, bee products, pollination

Flore mellifère, produits du rucher, pollinisation

2. Analyse des Aminosäurespektrums Deutscher Sortenhonige. *B. Lichtenberg-Kraag, E. Etzold*

Analysis of the amino acid spectrum of German uniflora honeys.

Analyse du spectre d'acides aminés des miels unifloraux allemands.

3. Natürlicher Ameisen- und Oxalsäuregehalt von Honigen. *M. Wehling, W. von der Ohe, K. von der Ohe*

Natural content of formic and oxalic acids in honeys.

Teneur naturelle des miels en acide formique et en acide oxalique.

4. Bestäubung von Rotklee (*Trifolium pratense*) in Dänemark. *C.J. Brødsgaard, H. Hansen*

Pollination of red clover (*Trifolium pratense*) in Denmark.

Pollinisation du Trèfle des prés (*Trifolium pratense*) au Danemark.

5. Bestimmung des Zuckerspektrums in Sortenhonigen mit Hilfe der HPLC. *K. Bauer, H. Horn, H.-D. Isengard*

Determination of the sugar spectrum in different honey types by means of HPLC.

Détermination du spectre des sucres dans différents types de miels par HPLC.

6. Braucht Cashew (*Anacardium occidentale*) Fremdbestäubung? Versuche am natürlichen Standort in Nordost-Brasilien. *J.P. Holanda Neto, B.M. Freitas, R.J. Paxton*

Does cashew (*Anacardium occidentale*) require insect cross-pollination in its native Northeastern Brazil?

L'anacardier (*Anacardium occidentale*) a-t-il besoin de la pollinisation croisée dans le nord-est du Brésil, sa région d'origine ?

7. Ugandische Honige: Besser als ihr Ruf? *A. Schroeder, D. Böhm, H. Horn*

Ugandan honeys: better than their reputation?

Les miels ougandais: meilleurs que leur réputation ?

8. Tetracycline in Honig – eine Analytik-, Medikations- und Marktstudie. *Th. Münstedt, M. Petz, E. Rademacher*

Tetracyclines in honey – an analytical, drug and market study.

Les tétracyclines dans le miel, une étude analytique, de médication et de marché.

9. Bestimmung des Aminosäurespektrums von Honigen unterschiedlicher Sorte mit Hilfe der HPLC. *W. Rütter, H. Horn, H.-D. Isengard*

Determination of the amino acid spectrum of different honey types by using HPLC.

Détermination par HPLC du spectre des acides aminés de différents types de miels.

10. Transgener Rapspollen als Bienennahrung und sein Einfluss auf Mikroorganismen im Bienendarm. *M. Sick, K. Mohr, S. Kühne, C.C. Tebbe, B. Hommel*

Transgenic oilseed rape pollen and its influence on microorganisms in the gut of bees.

Le pollen de colza transgénique et son influence sur les microorganismes de l'intestin des abeilles.

Pflanzenschutz, Bioindikatoren, Rückstände

Plant protection, bioindicators, residues

Protection des plantes, indicateurs biologiques, résidus

11. Schwermetallbelastungen von Bienen und Pollen in der ehemaligen Uranbergbauregion Ronneburg (Thüringen). *K. Pohle, M. Leiterer, H. Kaatz*

Heavy metal contamination of honey bees and pollen in the former uranium mining area of Ronneburg (Thuringia).

Contamination par les métaux lourds des abeilles domestiques et du pollen dans l'ancienne région d'extraction de l'uranium de Ronneburg (Thuringe).

12. Zur Eignung von Honig als Bioindikator zur Überprüfung der Umweltbelastung durch Schermetalle. *S. Yazgan, H. Horn, H.D. Isengard*

Honey as a bioindicator for screening heavy metal content of the environment.

Aptitude du miel à servir de bioindicateur pour détecter la contamination de l'environnement par les métaux lourds.

13. Sulfonamide in Honig – Zur aktuellen Situation in deutschen Honigen. *K. Wallner*

Sulfonamide residues – the current situation in German honeys.

Les sulfonamides dans le miel : situation actuelle des miels allemands.

Bienenpathologie – Virosen, Varroose: Bekämpfung, Populationsdynamik, Biologie, Toleranz

Bee pathology – virus diseases, varroosis: control, population dynamics, biology, tolerance

Pathologie des abeilles – viroses, varroose : lutte, dynamique des populations, biologie, tolérance

14. PCR-gestützte Virusdiagnostik bei Bienen – erste Ergebnisse eines Screenings in Hessen. *R. Siede, R. Büchler*

Preliminary results of PCR-based bee-virus monitoring in Hesse.

Diagnostic viral chez les abeilles basé sur la PCR : premiers résultats d'un criblage dans le land de Hesse.

15. Die stille Waffe der Honigbienen – Propolis und seine varroazide Wirkung: eine Laborunt-

ersuchung? *A. Garedeu, E. Schmolz, B. Schrickler, I. Lamprecht** (veröffentlicht in *Apidologie* 2002, 33, 41-50).

A silent weapon of the honeybee – propolis and its varroacidal action: a laboratory assay (published in *Apidologie* 2002, 33, 41-50).

L'arme silencieuse des abeilles domestiques – la propolis et son action varroacide : test en laboratoire (publié dans *Apidologie*, 2002, 33, 41-50).

16. Weiterentwicklung des Nassenheider Verdunstlers: Vorteile bei der Herbstbehandlung. *B. Polaczek, Ph. Neuberger, B. Schrickler*

The modified Nassenheid evaporator: the advantages of autumn treatment.

Perfectionnement de l'évaporateur Nassenheid : avantages lors du traitement automnal.

17. Der Einfluss der Temperatur auf die Wirkung von Propolis auf *Varroa destructor* Milben. *A. Garedeu, E. Schmolz, B. Schrickler, B. Polaczek, I. Lamprecht*

The effect of temperatur on the antivaroa action of propolis.

Effet de la température sur l'action varroacide de la propolis.

18. Untersuchungen zur *Varroa*-Bekämpfung in Bienenvölkern mittels Kombination aus Ablegerbildung und modifiziertem Fangwabenverfahren. *J. Radtke, M. Schröder*

Study on limiting *Varroa destructor* infestation in bee colonies using a combination of the nucleus colonies produced and a modified catch comb method.

Lutter contre *Varroa destructor* dans les colonies d'abeilles en combinant la formation de nuclei et une méthode modifiée du rayon-piège.

19. Der energetische Einfluss von *Varroa*-Milben auf die Honigbienenbrut. *E. Schmolz, A. Garedeu*

The energetic impact of *Varroa destructor* mites on honeybee brood.

L'impact énergétique de l'acarien *Varroa destructor* sur le couvain d'abeilles.

20. Identifizierung eines die Reproduktion von *Varroa destructor* unter Laborbedingungen beeinflussenden Semiochemicals. *F. Nazzi, N. Milani, G. Della Vedova*

Identification of a semiochemical affecting the reproduction of *Varroa destructor* under laboratory conditions.

Identification d'une substance sémi chimique affectant la reproduction de *Varroa destructor* en conditions de laboratoire.

21. Untersuchungen zu den Primorski-Bienen. *S. Berg, R. Büchler, N. Koeniger, S. Fuchs*

Investigation on Primorsky bees.

Étude des abeilles de Primorsky.

22. Einfluss von Völkerführung, Volksentwicklung und *Varroa*-Befall auf das Auftreten der Varroatose. P. Aumeier, O. Boecking, D. Wittmann

Influence of hive management, population dynamics and *Varroa destructor* infestation on varroatosis.

Influence sur la varroose de la gestion des ruchers, de la dynamique des colonies et de l'infestation par *Varroa destructor*.

23. Varroatose-Krankheitskomplex: gibt es ein Wechselspiel? O. Boecking, P. Aumeier, W. Ritter, D. Wittmann

Varroatosis-disease complex: is there any interrelation?

Varroose et complexe de maladies : y a-t-il une corrélation ?

24. Übertragen *Varroa*-Milben auch Faulbrut (*Melissococcus pluton*)? G. Kanbar, W. Engels, G. Winkelmann

Do *Varroa destructor* mites transfer European foulbrood (*Melissococcus pluton*)?

Varroa destructor transmet-il aussi la loque européenne (*Melissococcus pluton*) ?

25. Milben machen Männer müde... Windkanal-Versuche mit *Varroa*-parasitierten Drohnen. P. Duay, W. Engels

Mites can tire men: wind tunnel test with *Varroa destructor* parasitized drones.

Les acariens fatiguent les mâles... Essais dans un tunnel de vol avec des mâles d'abeilles parasités par *Varroa destructor*.

26. Populationsentwicklung von *Varroa destructor* bei isoliert aufgestellten Einzelvölkern. M. Renz, P. Rosenkranz

Population dynamics of *Varroa destructor* in isolated bee colonies.

La dynamique des populations de *Varroa destructor* dans des colonies d'abeilles isolées.

27. Flugdauer *Varroa destructor* befallener Bienenarbeiterinnen (*Apis mellifera*). J. Kralj, S. Fuchs

Flight duration of worker bees (*Apis mellifera*) infested by *Varroa destructor*.

La durée de vol des ouvrières (*Apis mellifera*) infestées par *Varroa destructor*.

28. Reproduktion und Genotyp bei *Varroa destructor* in Brasilien. C. Garrido, P. Rosenkranz, L.S. Gonçalves

Reproduction and genotype of *Varroa destructor* in Brazil.

Reproduction et génotype de *Varroa destructor* au Brésil.

29. Beziehung zwischen der Inzucht und Varroatoleranzmerkmalen bei *Apis mellifera carnica*. K. Bienefeld, R. Büchler, D. Ahrens, R. Keller

Relationship between inbreeding and characteristics of *Varroa destructor* tolerance in *Apis mellifera carnica*.

Relation entre la consanguinité et les caractères de tolérance à *Varroa destructor* chez *Apis mellifera carnica*.

30. Überlebenstest ohne *Varroa*-Behandlung – das Inselprojekt in Kroatien. R. Büchler, S. Berg, N. Kezic, H. Pechhacker, J. van Praagh, D. Bubalo, W. Ritter, K. Bienefeld

Survival test without treatment against varroatosis – the island project in Croatia.

Test de survie sans traitement contre la varroose – le projet insulaire en Croatie.

31. *Varroa*-Resistenz und *Varroa*-Toleranz von Bienenvölkern heimischer Herkunft. G. Liebig, K. Hampel, H. Aarayzou

Varroa resistance and tolerance of native honeybee colonies.

Résistance et tolérance à *Varroa destructor* des colonies d'abeilles locales.

Physiologie – Verhalten

Physiology – behaviour

Physiologie – comportement

32. Die Thoraxtemperaturen von Honigbienen innerhalb von Wabenzellen. B.M. Kleinhenz, B. Bujok, S. Fuchs, J. Tautz

The thorax temperatures of honeybees inside comb cells.

Les températures du thorax des abeilles domestiques à l'intérieur des cellules.

33. Beobachtungen zum Brutwärmen von Arbeiterbienen (*Apis mellifera carnica*). B. Bujok, M. Kleinhenz, S. Fuchs, J. Tautz

Observations on honey bee workers incubating brood (*Apis mellifera carnica*).

Observations des ouvrières incubant le couvain (*Apis mellifera carnica*).

34. Kunst- oder Naturwachs? Alt- oder Jungwaben? Der Einfluß der Wachsqualität auf die Entwicklung von Bienenvölkern. J. Ringel

Artificial or natural wax? Old or new combs? The influence of the quality of wax on the development of bee colonies.

Cire artificielle ou naturelle ? Ancien ou nouveau rayon ? Influence de la qualité de la cire sur le développement des colonies d'abeilles.

35. Beitrag unterschiedlich alter Arbeiterinnenn zur Wärmeproduktion im Brutnest von Bienenvölkern. A. Stabentheiner, H. Kovac

Contribution of worker bees of different age to active heat production in the brood nest of honeybee colonies.

Contribution des ouvrières de différents âges à la production active de chaleur dans le nid à couvain des colonies d'abeilles.

36. Beitrag unterschiedlich alter Drohnen zur Wärmeproduktion im Bienenvolk. *H. Kovac, A. Stabentheiner*

Contribution of drones of different age to heat production in a honeybee colony.

Contribution des mâles de différents âges à la production de chaleur dans une colonie d'abeilles domestiques.

37. Der Polleneintrag von vier Unterarten der Honigbiene. *P.K. Köppler, N. Koeniger, G. Vorwohl*

The pollen yield of four subspecies of the honey bee.

Production de pollen de quatre sous-espèces de l'Abeille domestique.

38. Der Einfluss von Pollenmangel auf das Brutpflegeverhalten von Ammenbienen. *G.B. Blaschon, M. Tausz, K. Crailsheim*

The impact of pollen dearth on the brood care behaviour of nurse bees.

Impact d'une pénurie de pollen sur le comportement de soin au couvain des nourrices.

39. Die Wirkung von Angebot und Nachfrage auf den Pollenkonsum von Arbeiterinnen (*Apis mellifera carnica*). *N. Hrassnigg*

The effect of supply and demand on the pollen consumption of worker bees (*Apis mellifera carnica*).

Effet de l'offre et de la demande sur la consommation de pollen des ouvrières (*Apis mellifera carnica*).

40. Arbeitsteilung auf verdeckelter, verletzter Arbeiterinnenbrut (*Apis mellifera carnica*). *N. Hrassnigg, K. Petrisch, S. Hahshold, M. Petz, R. Brodschneider, A. Stabentheiner, K. Crailsheim*

Division of labour on sealed injured brood (*Apis mellifera carnica*).

Division du travail sur le couvain operculé endommagé (*Apis mellifera carnica*).

41. Das Verhalten von Bienenarbeiterinnen gegenüber Drohnen (*Apis mellifera carnica*): von der Pflege bis zur Schlacht. *J. Martinz, N. Hrassnigg, K. Crailsheim*

Who cares for and who attacks drones in a honeybee colony (*Apis mellifera carnica*)?

Qui prend soin des mâles et qui les attaque dans une colonie d'abeilles (*Apis mellifera carnica*) ?

Zucht – Genetik – Rassen

Breeding – genetics – races

Sélection – génétique – races

42. Paarungsfrequenz der Honigbiene (*Apis mellifera*) auf Belegstellen und in natürlichen Populationen. *F.B. Kraus, J. van Praagh, R.F.A. Moritz*

Mating success of honeybee queens (*Apis mellifera*) in apiaries and in natural populations.

Fréquences des accouplements de l'Abeille domestique (*Apis mellifera*) sur les stations de fécondation et dans les populations naturelles.

43. Verteilungen der Vaterschaften in sieben Arten von Honigbienen (*Apis* sp.). *J.H. Schläns, R.F.A. Moritz, H.M.G. Lattorff, G. Koeniger*

Distribution of paternities in seven species of honeybees (*Apis* sp.).

Distribution des paternités dans sept espèces d'abeilles (*Apis* sp.).

44. Unvollständiges Köninnenverhalten bei „Pseudoqueens“ der Kaphonigbiene (*Apis mellifera capensis*). *J. Pflugfelder, R.M. Crewe*

Incomplete queen behavior in Cape honey bee "pseudoqueens" (*Apis mellifera capensis*).

Comportement de reine incomplet chez les « pseudo-reines » de l'Abeille du Cap (*Apis mellifera capensis*).

45. Lassen sich südbrasilianische Honigbienen molekulargenetisch charakterisieren? *C. Kohlmann, C. Pietsch, B. Blochstein, R. Paxton*

Can South Brazilian honey bees be characterized genetically?

Les abeilles domestiques du sud du Brésil peuvent-elles être caractérisées à l'aide de la génétique moléculaire ?

46. Pheromondynamik von Arbeiterinnen der Kap-Honigbiene (*Apis mellifera capensis*). *H.M.G. Lattorff, R.F.A. Moritz, R.M. Crewe*

Pheromone dynamics of workers of the Cape honeybee (*Apis mellifera capensis*).

La dynamique des phéromones des ouvrières de l'Abeille du Cap (*Apis mellifera capensis*).

Imkerpraxis, Zucht

Bee management, breeding

Pratique apicole, élevage

47. Morphometrische und mtDNA Variabilität in Populationen der Honigbiene (*Apis mellifera cypria*) in Zypern. *I. Kandemir, M.D. Meixner, W.S. Sheppard*

Morphometric and mtDNA variability of populations of the honey bee (*Apis mellifera cypria*) in Cyprus.

Variabilité morphométrique et de l'ADNmt des populations de l'Abeille domestique (*Apis mellifera cypria*) à Chypre.

48. Leistungsvergleich von Völkern mit natürlich begatteten und künstlich besamten Bienenköniginnen (*Apis mellifera carnica*). *G. Pritsch, K. Bienefeld*

Comparison of performance of bee colonies with naturally mated and artificially inseminated queens (*Apis mellifera carnica*).

Comparaison des performances de colonies d'abeilles avec des reines (*Apis mellifera carnica*)

fécondées naturellement ou inséminées artificiellement.

(Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V., 16540 Hohen Neuendorf, Germany)

Phylogenie von *Apis* und andere Hymenopteren

Phylogeny of *Apis* and other Hymenoptera

Phylogénie d'*Apis* et d'autres Hyménoptères

49. Wirkung aggressionsauslösender Substanzen bei der Hornisse (*Vespa crabro*) – ein Vergleich zwischen Kalorimeter- und Attrappenversuchen. C. MacLean, E. Schmolz

Effects of alarm inducing substances in hornets (*Vespa crabro*) – a comparison between calorimetric and behavioral tests.

Effets des substances déclenchant l'alarme chez les frelons (*Vespa crabro*) – comparaison entre des tests calorimétriques et comportementaux.

50. Verwandtschaftsgrad innerhalb und zwischen Völkern einer im NO Brasiliens heimischen Population der Stachellosen Biene, *Scaptotrigona bipunctata*. D. Boer Nascente, J.P. Holanda Neto, B.M. Freitas, R.J. Paxton

Relatedness within and between colonies of a natural population of the stingless bee, *Scaptotrigona bipunctata*, in NE Brazil.

Degré de parenté au sein de et entre colonies d'une population naturelle de l'abeille sans aiguillon, *Scaptotrigona bipunctata*, dans le nord-est du Brésil.

51. Vergleich der Euglossinen-Biodiversität in Araukarien- und Küstenregenwäldern Südbrasilien. S.C. Capellari, B. Harter, A. Zillikens, J. Steiner, W. Engels

Comparison of the biodiversity of euglossine bees in *Araucaria* and coastal rainforest of Southern Brazil.

Comparaison de la biodiversité des abeilles euglossines dans les forêts d'*Araucaria* et les forêts pluviales côtières du sud du Brésil.

Andere Hymenopteren

Other hymenopterans

Autres hyménoptères

52. Nestzyklus und soziogenetische Struktur der heimischen Furchenbiene *Lasioglossum malachurum*. R.J. Paxton

Life cycle and colony genetic structure of the common sweat bee, *Lasioglossum malachurum*.

Cycle de développement et structure sociogénétique chez l'halicte *Lasioglossum malachurum*.

2. Analyse des Aminosäurespektrums Deutscher Sortenhonige. B. Lichtenberg-Kraag, E. Etzold

In dieser Studie sollte untersucht werden, ob die botanische Herkunft eines Sortenhonigs durch die Anteile seiner verschiedenen freien Aminosäuren korrekt bestimmbar ist. Von acht Sortenhonigen (195 Proben) wurde das Aminosäurespektrum analysiert. Aminosäuren können nach Reaktion mit Dimethylamino-azobenzol-sulfonylchlorid (DABS) über eine Spezial-HPLC-Säule aufgetrennt werden. Die Identifizierung erfolgte nach der Retentionszeit im Vergleich zu einem bekannten Standard, die Konzentration wurde aus der Peakhöhe bestimmt. Bereits aus dem Vergleich der Chromatogramme lassen sich Unterschiede feststellen. Die Aminosäure Prolin hat in allen Honigen den höchsten Anteil. Die Werte aus der DIN-Methode korrelieren gut mit denen der HPLC-Analyse ($r=0,975$). Eine Quantifizierung aus den Chromatogrammen ist somit möglich. Die Vielfalt der Honigtrachten und methodische Mängel führen aber in vielen Fällen zu hohen Standardabweichungen. Eine Eingruppierung der Honige anhand ihres Aminosäurespektrums erfolgte mittels Diskriminanzanalyse. Bei Klee-, Phacelia- und Robinienhonig wurden mehr als 80 % der Honige richtig eingeordnet. Bei Wald-, Linde- und Heidehonig liegt der Anteil noch über 70 %, bei Sonnenblumenhonig allerdings nur bei 50 %. Je weiter sich der Trachtanteil einer Sorte verringert, desto schwieriger wird es, mit dieser Methode eine Sortenbestimmung durchzuführen. Setzt man die Übereinstimmung zwischen den Spektren in Beziehung zueinander, zeigen sich zwischen den Sorten Linde, Raps, Phacelia und Robinie die geringsten Unterschiede, die deutlichsten zu den Wald/Honigtauhonigen. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Methode bei unzureichender Genauigkeit sehr aufwendig und teuer ist. Sie eignet sich nicht für den routinemäßigen Einsatz.

Analysis of the amino acid spectrum of German unifloral honeys

The aim of this study was to examine whether the botanical origin of unifloral honey could be correctly determined by the proportions of different free amino acids present in the honey. The amino acid spectrum of 8 types of unifloral honey (195 samples) was analyzed. Amino acids can be separated after the reaction with dimethylamino-azobenzene-sulphonyl chloride (DABS) on a special HPLC column. The amino acids were identified by comparison of their retention times to a known standard and their concentrations were determined from the peak height ratios. Differences could already be found by comparing the chromatograms. The amino acid

proline was present at the highest levels in all types of honey. The values obtained by the DIN method correlated well with those of the HPLC analysis ($r = 0.975$). Thus, quantification was possible on the basis of the chromatograms. However, the diversity of the honey sources and methodical limitations often led to high standard deviations. The grading of honey types according to their amino acid spectrum was carried out using discriminant analysis. More than 80% of the samples were correctly classified in the case of clover, *Phacelia* and *Robinia* honeys. Over 70% of honeydew, lime tree and heather honey was correctly classified, but only 50% of sunflower honey. The more the content of nectar flow of a honey source decreased the more difficult it was to determine the botanical origin of a honey sample using this method. When the spectra were compared, minimal differences were observed between the lime, rape, *Phacelia* and false acacia types and the clearest differences could be seen in the honeydew honey. These studies showed that this method is insufficiently accurate, very time-consuming, and expensive. It is therefore not suitable for routine use.

Analyse du spectre d'acides aminés des miels unifloraux allemands

Cette étude devait montrer s'il est possible d'identifier correctement l'origine botanique d'un miel unifloral par la détermination du taux de ses différents acides aminés libres. Le spectre d'acides aminés a été analysé dans huit miels unifloraux (195 échantillons). Les acides aminés peuvent être séparés sur une colonne HPLC spéciale après réaction avec du diméthylamino-azobenzol-sulfonylchlorure (DABS). Les acides aminés ont été identifiés par comparaison avec le temps de rétention d'un standard connu et la concentration a été déterminée à l'aide de la hauteur du pic. La comparaison des chromatogrammes permet déjà de constater des différences. La proline présente la proportion la plus élevée dans tous les miels. Les valeurs de la méthode DIN (office allemand des normes) sont bien corrélées avec celles de l'analyse HPLC ($r = 0,975$). On peut donc réaliser une quantification à partir des chromatogrammes. La grande diversité des miellées et les insuffisances méthodologiques conduisent toutefois dans de nombreux cas à des écarts-types élevés. Le classement des miels selon leur spectre d'acides aminés a été réalisé à l'aide de l'analyse discriminante. Plus de 80 % des miels de trèfle, de phacélie et de robinier ont été correctement classés, ainsi que plus de 70 % des miels de miellat, des miels de tilleul et de bruyère, mais seulement 50 % des miels de tournesol. Il est d'autant plus difficile de déterminer l'origine botanique d'un miel avec cette méthode que la proportion

d'une variété diminue dans la miellée. Lorsqu'on compare les spectres, on observe les différences les plus faibles entre les miels de tilleul, colza, phacélie et robinier, les plus nettes dans les miels de miellat. Ces études ont montré que cette méthode n'est pas assez précise, tout en étant très longue à mettre en œuvre et chère. Elle n'est pas adaptée à un emploi régulier.

3. Natürlicher Ameisen- und Oxalsäuregehalt von Honigen. M. Wehling, W. von der Ohr, K. von der Ohe (Nieders. Landesinstitut für Bienenkunde, 29221 Celle, Germany)

Ameisensäure und Oxalsäure werden als effektive Wirkstoffe zur Varroatosebekämpfung empfohlen. Ameisensäure ist eine geprüfte und in Deutschland sowie auf EU-Ebene als Tierarzneimittel zugelassene Substanz. Konzepte zur Oxalsäurebehandlung sind bis zur Praxisreife entwickelt, der Einsatz ist in Deutschland allerdings nicht zugelassen, wohl aber in einigen anderen europäischen Ländern. Kommen diese Wirkstoffe aus der Gruppe der organischen Säuren bei der Behandlung von Bienenvölkern zur Anwendung, stellt sich die Frage nach eventuellen Behandlungsrückständen im Honig. Um eine Beurteilung von möglichen Rückständen in Honig vornehmen zu können, muss der natürliche Gehalt von Ameisensäure und Oxalsäure in Honigen verschiedener botanischer Herkunft bekannt sein. In den vergangenen Jahren wurden routinemäßig alle Sortenhonige auf ihren Ameisensäuregehalt mittels enzymatischem Test (Fa. Boehringer, Mannheim) untersucht. Seit 2001 ist von Firma Boehringer ein enzymatischer Test für die parallele Bestimmung von Ameisen- und Oxalsäure erhältlich. Der Test wurde für Honig adaptiert. Die Ameisen- und Oxalsäuregehalte von 23 Waldhonigen, 16 Lindenhonigen, 6 Rapshonigen und 6 Heidehonigen aus unbehandelten Institutsvölkern wurden bestimmt. Die botanischen Herkunft wurde zuvor mittels Leitfähigkeitsmessung, Zuckeranalyse und Pollenanalyse festgestellt. Die untersuchten Honige wiesen sortenspezifische Unterschiede in den Gehalten beider organischer Säuren auf. Für Waldhonige ergab sich ein mittlerer natürlicher Ameisensäuregehalt von $22,7 \pm 3,1$ mg/kg, für Lindenhonige $132,6 \pm 18,4$ mg/kg, für Rapshonige $28,5 \pm 3,8$ mg/kg und für Heidehonige $206,2 \pm 89,7$ mg/kg. Folgende natürliche Oxalsäuregehalte wurden ermittelt: Bei Waldhonigen ein Mittelwert von $46,8 \pm 9,2$ mg/kg, bei Lindenhonigen $11,1 \pm 4,9$ mg/kg, bei Rapshonigen $16,6 \pm 3,8$ mg/kg und bei Heidehonigen $60,7 \pm 3,7$ mg/kg.

Natural content of formic and oxalic acids in honeys

Formic and oxalic acids have been recommended as effective active substances against *Varroa*

destructor mite infestation. Formic acid is officially permitted for treatment against *V. destructor* infestation in Germany, and has also been accepted by the EU. Oxalic treatment methods have been developed for use against *V. destructor* infestation. They are permitted in some European countries, but not in Germany. If these compounds are used as acaricides for *V. destructor* treatment in practical beekeeping, problems connected with residues in honey could occur. For the assessment of any residues in honey, the natural content of formic and oxalic acids of honeys of various botanical origins must be determined. Previously, the content of formic acid in honeys of various botanical origins was routinely determined by enzymatic assay (Boehringer, Mannheim). Since 2001, an enzymatic assay has become available which allows the simultaneous determination of formic and oxalic acids. This test has been specifically adapted for honey. The formic and oxalic contents of 23 honeydew honeys, 16 *Tilia* honeys, 6 rape honeys and 6 *Calluna* honeys sampled from non-treated bee hives were determined. The botanical origin was analyzed by electrical conductivity methods, sugar analysis and pollen analysis. Specific differences were found in the concentrations of the two organic acids for honeys of different botanical origin. The average natural content of formic acid was 22.7 ± 3.1 mg/kg in honeydew honeys, 132.6 ± 18.4 mg/kg in lime honeys, 28.5 ± 3.8 mg/kg in rape honeys and 206.2 ± 89.7 mg/kg in heather honeys. For natural oxalic acid content, we found mean values of 46.8 ± 9.2 mg/kg for honeydew honeys, 11.1 ± 4.9 mg/kg for lime honeys, 16.6 ± 3.8 mg/kg for rape honeys and 60.7 ± 3.7 mg/kg for heather honeys.

Teneur naturelle des miels en acide formique et en acide oxalique

L'acide formique et l'acide oxalique sont recommandés comme des produits efficaces dans la lutte contre la varroose. L'acide formique est une substance testée, qui est autorisée comme médicament vétérinaire en Allemagne et dans l'UE. Les concepts de traitements à l'acide oxalique ont atteint le stade de la mise en pratique, mais son utilisation n'est pas autorisée en Allemagne, contrairement à quelques autres pays européens. Si ces agents du groupe des acides organiques sont utilisés lors du traitement des colonies d'abeilles, la question d'éventuels résidus dans le miel se pose. Pour pouvoir évaluer d'éventuels résidus dans le miel, il faut connaître la teneur en acide formique et en acide oxalique des miels de différentes origines botaniques. Dans les années passées, la teneur en acide formique de tous les miels unifloraux a été déterminée systématiquement à l'aide d'un test enzymatique (société Boehringer, Mannheim). Depuis 2001, la firme Boehringer com-

mercialise un test enzymatique de détermination parallèle de l'acide formique et de l'acide oxalique. Ce test a été adapté au miel. Nous avons déterminé les teneurs en acide formique et en acide oxalique de 23 miels de miellats, de 16 miels de tilleul, de 6 miels de colza et de 6 miels de bruyère provenant de colonies non traitées qui appartiennent à l'Institut. L'origine botanique a été déterminée auparavant par mesure de la conductibilité et par analyse des sucres et analyse pollinique. La teneur en ces deux acides organiques varie selon l'origine botanique des miels étudiés. Teneur naturelle moyenne en acide formique : pour les miels de miellat $22,7 \pm 3,1$ mg/kg, pour les miels de tilleul $132,6 \pm 18,4$ mg/kg, pour les miels de colza $28,5 \pm 3,8$ mg/kg et pour les miels de bruyère $206,2 \pm 89,7$ mg/kg. Les teneurs naturelles suivantes en acide oxalique ont été trouvées : chez les miels de miellat une moyenne de $46,8 \pm 9,2$ mg/kg, chez les miels de tilleul $11,1 \pm 4,9$ mg/kg, chez les miels de colza $16,6 \pm 3,8$ mg/kg et chez les miels de bruyère $60,7 \pm 3,7$ mg/kg.

4. Bestäubung von Rotklee (*Trifolium pratense*) in Dänemark. C.J. Brødsgaard, H. Hansen (Danish Institute of Agricultural Sciences. Department of Crop Protection, Research Centre Flakkebjerg, 4200 Slagelse, Denmark)

Es wurde die Verteilung von Wild- und Honigbienen in zwei Rotkleeefeldern mit einer diploiden Sorte untersucht und die Pollenhöschen von Honigbienvölkern nahe der Rotkleefelder gesammelt und analysiert. Außerdem untersuchten wir die Bestäubungseffektivität von kommerziell gezüchteten *Bombus terrestris* (mit Zucker gefüttert und nicht gefüttert) und von drei Honigbienenlinien mit verschiedenen Zungenlängen in vergleichbaren Zeltversuchen. Honigbienen und Hummeln waren gleichmässig in den 5,7 und 6 ha Rotkleeefeldern verteilt. In beiden Feldern machte der Anteil von *Apis mellifera* fast 70 % der Bienenpopulation aus, von *B. terrestris* ungefähr 14 % und *B. lapidarius* zwischen 12–15 %. In den Honigbienvölkern dominierten Rotkleepollen. Am Höhepunkt der Blüte stammten 90 % des Pollens von Rotklee und kurz vor der Ernte 50 %. Die Zungenlängen der Bienen in den Zeltversuchen variierten von $3,37 \pm 0,18$ bis $7,03 \pm 0,07$ mm bei Honigbienen und bis $8,77 \pm 0,81$ mm bei *B. terrestris*. Die Zungen von *B. terrestris* waren signifikant länger als die Zungen der 3 Honigbienenlinien (Kruskal-Wallis, $P < 0,001$), die sich untereinander ebenfalls signifikant unterschieden (Kruskal-Wallis, $P < 0,001$). Es gab keinen signifikanten Unterschied im Saattertrag von Rotklee zwischen den Zeltversuchen mit Honigbienen, den gefütterten oder nicht gefütterten Hummeln – ungeachtet der signifikanten Unterschiede

in den Zungenlängen – und den Freilandbedingungen. Die Saatproduktion im Kontrollzeltversuch ohne Bienen war deutlich geringer als in den anderen Gruppen (Kruskal-Wallace, $P < 0,001$). Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass die gegenwärtigen Linien von *A. mellifera* unabhängig von der Zungenlänge effiziente Bestäuber von Rotklee sind und dass *B. terrestris* ein genauso effektiver Bestäuber von Rotklee ist, trotz ihrer Neigung den Nektar von den Rotkleeblumen zu rauben.

Pollination of red clover (*Trifolium pratense*) in Denmark

The distribution of wild bees and honeybees in two fields planted with a red clover diploid cultivar were investigated, and pollen loads from honeybees adjacent to red clover fields were collected and analysed. Furthermore, we studied the pollination efficacy of commercially reared *Bombus terrestris* (sugar fed and not-fed) and of three honeybee strains with different tongue lengths in comparative cage plots. Honeybees and bumblebees were evenly distributed in the 5.7 and 6 ha red clover fields. In both fields, *Apis mellifera* constituted almost 70% of the bee population, *B. terrestris* constituted approximately 14%, and *B. lapidarius* constituted between 12–15%. Pollen from honeybee colonies was totally dominated by red clover. At the peak of the bloom, 90% was red clover pollen and just before harvest, 50% was red clover. The tongue lengths of the bees in the cage plots varied from 3.37 ± 0.18 to 7.03 ± 0.07 mm in honeybees to 8.77 ± 0.81 mm in *B. terrestris*. The tongues of *B. terrestris* were significantly longer than the tongues of the honeybees (Kruskal-Wallace, $P < 0.001$), and also the tongue lengths of the three honeybee strains were significantly different from each other (Kruskal-Wallace, $P < 0.001$). There was no significant difference among the red clover seed yields in cage plots with honeybees, with bumblebees fed or not-fed, (irrespective of the significant difference in tongue lengths) and from the uncaged field. However, the seed production from the control cage plot without bees was significantly lower than the other groups (Kruskal-Wallace, $P < 0.001$). Our study suggests that the present strains of *A. mellifera* are efficient pollinators of red clover regardless of their tongue lengths and that *B. terrestris* likewise is an effective pollinator of red clover in spite of their tendency to rob the nectar from the red clover flowers.

Pollinisation du Trèfle des prés (*Trifolium pratense*) au Danemark

On a étudié la répartition des abeilles sauvages et domestiques dans deux champs de Trèfle des prés

avec un cultivar diploïde et récolté et analysé les pelotes de pollen des abeilles domestiques provenant de ruchers proches des deux champs. On a aussi étudié lors d'essais comparatifs sous cages l'efficacité pollinisatrice de colonies commerciales de bourdons, *Bombus terrestris*, nourries ou non au sucre, et de trois lignées d'abeilles domestiques ayant une longueur de langue différente. Les abeilles domestiques et les bourdons étaient répartis de façon uniforme dans les champs de Trèfle des prés de 5,7 et 6 ha. Dans les deux champs *Apis mellifera* représentait presque 70 % de la population d'abeilles, *B. terrestris* environ 14 % et *B. lapidarius* entre 12 et 15 %. Le pollen de Trèfle des prés dominait chez les abeilles domestiques. 90 % du pollen provenait du Trèfle des prés au plus fort de la floraison et 50 % peu avant la récolte. Les longueurs de langue dans les essais sous cage variaient de $3,37 \pm 0,18$ mm à $7,03 \pm 0,07$ mm chez les abeilles domestiques et atteignaient $8,77 \pm 0,81$ mm chez *B. terrestris*. La langue de *B. terrestris* était significativement plus longue que celles des trois lignées d'abeilles domestiques (Kruskal-Wallace, $P < 0,001$), qui aussi différaient significativement entre elles (Kruskal-Wallace, $P < 0,001$). On n'a pas trouvé de différence significative dans la production de graines de Trèfle des prés entre les essais sous cage avec les abeilles ou avec les bourdons nourris ou non – mise à part la différence significative concernant la longueur de la langue – et les essais en plein champ. La production de semences dans des essais sous cage témoins sans abeilles a été significativement plus faible que dans les autres groupes (Kruskal-Wallace, $P < 0,001$). Nos résultats montrent que les lignées actuelles d'*A. mellifera* pollinisent efficacement le Trèfle des prés indépendamment de la longueur de leur langue et que *B. terrestris* aussi est un pollinisateur efficace malgré sa tendance à dérober le nectar des fleurs de Trèfle des prés.

5. Bestimmung des Zuckerspektrums in Sortenhonigen mit Hilfe der HPLC. K. Bauer^{1,2}, H. Horn¹, H.-D. Isengard² (¹Landesanstalt für Bienenkunde, ²Institut für Lebensmitteltechnologie, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany)

Die Zucker bilden im Honig eindeutig die Hauptkomponente (78–82 %). Am häufigsten sind die beiden Monosaccharide Glucose und Fructose vertreten. Daneben erscheinen in geringen Mengen Disaccharide und Trisaccharide. Tetra- und Pentasaccharide kommen nur in Spuren vor. Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, den Einfluss der botanischen Herkunft auf das Zuckerspektrum der Honige zu untersuchen. Dabei sollte geprüft werden, inwieweit es möglich ist, verschiedene Honigsorten anhand ihres Zuckerspektrums voneinander

zu unterscheiden. Es wurden 12 Honigsorten miteinander verglichen (Blüten-, Wald-, Tannen-, Raps-, Linden-, Edelkastanien-, Löwenzahn-, Akazien-, Heide-, Götterbaum-, Obstblüten-, Sonnenblumenhonig) und jeweils 10 Proben einer Sorte analysiert. Das Zuckerspektrum wurde mittels HPLC nach DIN-Norm 10758 gemessen. Die Mehrzahl der Honige enthielt mehr Fructose als Glucose; nur in Raps- und einigen Obstblüten- und Sonnenblumenhonigen lag das Fructose/Glucose-Verhältnis unter 1. Beträchtliche Mengen Maltose waren im Wald-, Tannen-, Linden-, Akazien- und Götterbaumhonig vorhanden; Trehalose wurde nur im Wald-, Tannen-, Raps-, Edelkastanien- und Obstblütenhonig gefunden; Isomaltose dagegen fehlte beim Wald-, Tannen- und Raps- und Honigtau- und Honigtau- enthielten sehr hohe Gehalte an Melezitose und relativ große Mengen an Maltotriose und Raffinose. Im Vergleich dazu enthielten die Blütenhonige sehr geringe Mengen an Trisacchariden. Betrachtet man das gesamte Zuckerspektrum, so bestehen beträchtliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Honigsorten. Honigtau- und Blütenhonige können dabei eindeutig voneinander getrennt werden, gleiches gilt für einige Sorten aus Blütenstrahl. Eine Stichprobe von 10 Honigen reicht jedoch nicht aus, um genaue Aussagen machen zu können. Es sind weitere Untersuchungen mit größerer Probenzahl je Sorte nötig. Um die botanische Herkunft der Sortenhonige bestimmen zu können, muss noch weiterhin die mikroskopische Untersuchung des Pollensediments herangezogen werden.

Determination of the sugar spectrum in different honey types by means of HPLC

Sugars are by far the main component in honey (78–82%). The monosaccharides, glucose and fructose, are the predominate sugars. Disaccharides (e.g., sucrose, maltose, turanose, trehalose, isomaltose, melibiose) and trisaccharides (e.g., erlose, melezitose, maltotriose) can be found in minor amounts, and tetra- and pentasaccharides appear only in trace amounts. The aim of the present study was to determine to what extent honeys from different botanical origins can be separated by their sugar spectrum. The following 12 different honey types were compared: floral, forest-, fir-, rape-, chestnut-, dandelion-, acacia-, heather-, ailanthus-, fruit-blossom-, and sunflower-honey. Ten samples from each honey type were compared. The sugar spectrum was checked with HPLC according to DIN-Norm 10758. Most of the honey samples contained more fructose than glucose; only the rape honeys and some of the fruit-blossom- and sunflower-honeys had a fructose-/glucose-proportion under 1. Larger amounts of maltose could be found

in forest-, fir-, lime-, acacia- and ailanthus-honey. Trehalose was found only in forest-, fir-, rape-, chestnut- and fruit-blossom-honeys; however, isomaltose was absent in forest-, fir- and rape-honey. In honeydew honeys, high amounts of melezitose and higher contents of maltotriose and raffinose were characteristic, while in floral honeys only very low amounts of trisaccharides could be found. When considering the whole sugar spectrum, there were considerable differences between single honey types. Honeydew- and floral-honeys could be separated clearly, and some floral honeys could also be separated from each other. However, the spot check of 10 honey samples was not enough to make precise statements. Therefore, more investigations with a larger number of samples per honey type are necessary. To determine the botanical origin of honeys, microscopic analysis of the pollen sediment is still necessary.

Détermination du spectre des sucres dans différents types de miels par HPLC

Les sucres sont de loin le principal constituant du miel (78–80 %). Les monosaccharides comme le glucose et le fructose sont majoritaires. Les disaccharides (saccharose, maltose, turanose, tréhalose, isomaltose, mélibiose) et les trisaccharides (erlose, mélezitose, maltotriose) sont présents alors que les tétra- et pentasaccharides ne sont détectés que sous forme de traces. Le but de cette étude était d'examiner la nature des sucres dans les miels de différentes origines botaniques. Il fallait vérifier dans quelle mesure le spectre des sucres permettait de différencier divers types de miel. Douze types de miels ont été comparés, chacun d'eux était représenté par 10 échantillons (miels toutes fleurs, miel de forêt, de sapin, de colza, de tilleul, de châtaignier, de pissenlit, de robinier, de bruyère, d'ailanthe, de fleurs de fruitiers, et de tournesol). Le spectre des sucres a été établi par HPLC selon la méthode DIN, norme 10758. La plupart des échantillons de miels contenaient plus de fructose que de glucose, seuls les miels de colza, de fleurs de fruitiers et de tournesol possédaient du fructose et du glucose dans les mêmes proportions. De fortes quantités de maltose ont été détectées dans les miels de forêt, de sapin, de tilleul, de robinier et d'ailanthe. Le tréhalose est trouvé uniquement dans les miels de forêt, de sapin, de colza, de châtaignier et de fleurs de fruitiers. Cependant, l'isomaltose était absent des miels de forêt, de sapin et de colza. Des taux élevés de mélezitose et de fortes teneurs de maltotriose et de raffinose étaient caractéristiques du miel de miellat, alors que dans le miel toutes fleurs seules de très faibles quantités de trisaccharides ont été décelées. Si l'on considère l'ensemble du spectre des sucres, on note des

différences considérables entre les divers types de miels. Les miels de miellat et les miels de fleurs peuvent être séparés distinctement ; de même certains miels de fleurs peuvent être séparés les uns des autres. Cependant, un échantillon de 10 miels pris au hasard n'est pas assez important pour donner des affirmations précises. Par conséquent, plus d'investigations avec un nombre plus important d'échantillons par type de miel sont nécessaires. Pour être capable de déterminer l'origine botanique des miels une analyse microscopique des pollens reste encore indispensable.

6. Braucht Cashew (*Anacardium occidentale*) Fremdbestäubung? Versuche am natürlichen Standort in Nordost-Brasilien. J.P. Holanda Neto², B.M. Freitas², R.J. Paxton¹ (¹Zoologisches Institut, Universität Tübingen, 72076 Tübingen, Germany; ²Zootecnia, Univ. Federal do Ceará, Fortaleza, Brazil)

Der Anbau von Cashew (*Anacardium occidentale*) ist in Nordost-Brasilien ein wichtiger Produktionszweig. Neben den Nüssen werden auch die Frucht und Ölprodukte genutzt. In Plantagen ergaben sich Probleme mit der Bestäubung. Bekannt war bisher nur, dass diese von Insekten ausgeführt wird, beobachtet wurden hauptsächlich Bienen. Außerdem war nichts über die Kompatibilität bekannt, Experimente über Selbst- und Fremdbestäubung fehlten bisher. Daher führten wir Versuche mit Handbestäubung von Blüten durch, die gegen Insektenbeflug geschützt waren. Eingesetzt wurde Fremdpollen ($n = 240$ Blüten) oder solcher der eigenen Blüten ($n = 120$ Blüten). Bestimmt wurde die Menge der produzierten Samen und die gereiften Samen wurden später auf ihre Keimfähigkeit geprüft. Selbstbestäubung ergab deutlich weniger Samen (5,8 %) gegenüber Fremdbestäubung (22,5 %), diese waren jedoch in ihrer Keimfähigkeit gegenüber solchen aus Fremdbestäubung gleichwertig (beide Gruppen, > 90 %). Für Bienen zugängliche Blüten ($n = 120$ Blüten) wurden nur unzureichend bestäubt (3,3 %). Die Ursachen hierfür konnten noch nicht analysiert werden. Entweder war der Bienenbeflug zu gering, die Bienen transportierten nicht genug Fremdpollen, oder in der Plantage bestand partielle Inkompatibilität zwischen den angepflanzten klonierten Bäumen. Hieraus können Empfehlungen für das Management von kommerziellen Cashew-Plantagen abgeleitet werden.

Does cashew (*Anacardium occidentale*) require insect cross-pollination in its native NE Brazil?

Cashew (*Anacardium occidentale*) is an important source of revenue to NE Brazil because of its

nut, fruit and oil products. Commercial production from plantations suffers from poor pollination. Cashew's flowers are generally pollinated by insects, mainly bees, but its requirements with regard to cross-pollination have not yet been properly investigated. We have performed hand pollination experiments on flowers bagged against insect visitation using cross- ($n = 240$ flowers) and self-pollen ($n = 120$ flowers) in a cashew orchard in NE Brazil. Moreover, we have examined the germination success of all seeds produced by cross- and self-pollination. Hand self-pollination resulted in considerably less seed set (5.8%) compared to hand cross-pollination (22.5%). Germination of seeds appeared to be equally good for cross- and self-pollinated flowers (> 90% for both groups). Flowers open to bee visitation ($n = 120$ flowers) set few of their flowers (3.3%). The reason for low seed set by bees was not investigated. Either there was too low a density of bees, or they carried insufficient cross-pollen on their bodies, or because there is partial incompatibility of the cashew clones grown in commercial orchards. Recommendations can be made on the basis of our results for the management of commercial cashew orchards.

L'anacardier (*Anacardium occidentale*) a-t-il besoin de la pollinisation croisée dans le nord-est du Brésil, sa région d'origine ?

L'anacardier ou acajou à pommes (*Anacardium occidentale*) est une source importante de revenus dans le nord-est du Brésil par sa noix, son fruit et son huile. La production des plantations semble souffrir d'un manque de pollinisation. Les fleurs de l'anacardier sont généralement pollinisées par les insectes, principalement les abeilles, mais leurs besoins en pollinisation croisée n'ont pas été jusqu'à présent bien étudiés. Nous avons pollinisé manuellement des fleurs ensachées, pour empêcher la visite des insectes, avec de l'allo-pollen ($n = 240$ fleurs) et de l'auto-pollen ($n = 120$ fleurs) dans un verger du nord-est du Brésil. Nous avons aussi examiné le taux de germination de toutes les graines produites par pollinisation croisée et par auto-pollinisation. L'auto-pollinisation manuelle a fourni considérablement moins de graines (5,8 %) que la pollinisation croisée (22,5 %). La germination des graines a semblé d'aussi bonne qualité (> 90 % pour les fleurs auto- et allo-pollinisées). Les fleurs accessibles aux abeilles ($n = 120$ fleurs) n'ont pas été pollinisées de façon satisfaisante (3,3 %). Les raisons de cet état de fait n'ont pas encore pu être analysées. Soit la densité d'abeilles était trop faible, soit elles ne portaient pas assez d'allo-pollen sur leur corps, soit il y avait une incompatibilité partielle entre les lignées cultivées dans les vergers commerciaux. On peut déduire

de nos resultats des recommandations pour la conduite des vergers commerciaux d'anacardier.

7. Ugandische Honige: Besser als ihr Ruf? A. Schroeder, D. Böhm, H. Horn (*Landesanstalt für Bienenkunde, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany*)

Es wurde geprüft, ob ugandische Honige die Richtlinien der Deutschen Honigverordnung (HVO) und des DIB erfüllen können. Dazu wurden 102 Honige in Uganda geerntet, 109 Honige von ortsansässigen Imkern und 3 Honige auf lokalen Märkten erworben. Die Honige wurden nach DIN-Methoden analysiert. Nur 10 % aller Honige hatten Wassergehalte von über 21 % und konnten nicht die Anforderung der HVO einhalten. Fast 1/3 der Honige erfüllten mit Gehalten ≤ 18 % sogar die Richtlinien des DIB. Die HMF-Werte lagen zwischen 0,3 und 268 ppm. Nur 8 % der Proben wiesen Werte über 40 ppm auf und erfüllten nicht die Anforderungen der HVO. 71 % der Honige konnten mit HMF-Werten ≤ 15 ppm die DIB-Richtlinien einhalten. Etwa 1/3 aller Honige wiesen HMF-Gehalte ≤ 5 ppm auf. Hinsichtlich der Diastaseaktivität konnten 77 % der Proben mit Diastasezahlen über 8 die Anforderungen der HVO erfüllen. 25 Honige schienen mit HMF-Gehalten ≤ 15 ppm natürlich Diastase-schwach zu sein. Bezüglich der Invertaseaktivität konnten 72 % aller Proben die DIB-Richtlinien erfüllen. Es wiesen 28 % der Honige Werte unter 64 U/kg auf, wobei 8 dieser Honige HMF-Gehalte von ≤ 5 ppm zeigten, was auf eine natürlich-niedrige Invertaseaktivität schließen lässt. Nur 11,4 % der Honige wiesen freie Säuregehalte über 50 mval/kg auf und erfüllten somit nicht die Anforderungen der HVO. Die Menge der freien Säure ist vermutlich durch die Trachtquelle bedingt. Insgesamt konnten 71 % aller Honige die Deutsche Honigverordnung, jedoch nur 17 % die Richtlinien des DIB erfüllen. Das größte Problem bezüglich der HVO waren geringe Enzymaktivitäten. Die DIB-Richtlinien wurden von den meisten Honigen aufgrund ihres hohen Wassergehalts nicht erfüllt. Bei den selbst geernteten Honigen lag der Anteil der Honige mit ausreichender HVO-Qualität nur bei 70 %, obwohl bei diesen Honigen Bearbeitungs- und Lagerschäden ausgeschlossen werden können. Es ist möglich, in Uganda Qualitätshonige zu ernten. Dabei ist zu prüfen, ob die Honigqualität durch Maßnahmen der Völkerhaltung gesteigert werden kann.

Ugandan honeys: better than their reputation?

The objective of this study was to determine if Ugandan honeys produced under good conditions could fulfil the quality requirements fixed by the

German Honey Legislation (HVO) or the requirements of the German Beekeeping Association (DIB). In total 102 honey samples were collected in Uganda: 109 honeys were purchased directly from resident beekeepers and three honeys were bought at local markets. The honeys were analysed according to international standardised methods (DIN-methods – German Industrial Norms). Only 10% of all honey samples had a water content above 21% and could not fulfil the HVO-standard. Almost a third of the honeys met the requirements of the DIB (≤ 18 %). With regard to HMF, a range between 0.3 and 268 ppm could be found. Only 8% of the samples showed amounts more than 40 ppm and could not fulfil the HVO-standard. 71% of all honeys fulfilled the requirements of the DIB (≤ 15 ppm). About 1/3 of the samples had HMF-contents ≤ 5 ppm. Concerning diastase activity, 77% of the samples reached the HVO-standard, while the rest showed diastase numbers below 8. In total 25 honeys with low diastase numbers had HMF-concentrations ≤ 15 ppm; this low diastase activity seemed to be naturally caused. With regard to DIB, 72% of all samples could fulfil the requirements, while 28% showed activities below 64 U/kg. However 8 of these honeys had HMF-contents ≤ 5 ppm, indicating a natural-low invertase activity. The free acidity of 11.4% of all honey samples was above 50 mval/kg and could not meet the HVO-standard. This high amount might be caused by the honey source. In total 71% of the honeys could meet the demands of the HVO, however only 17% of all samples could fulfil the requirements of the DIB. Concerning the HVO-standard most of the problems were caused by low enzyme activity, while the requirements of the DIB could not be reached owing to high water content. Only 70% of the honeys harvested by us showed sufficient HVO-quality, although we could exclude processing or storage damage. Harvesting of good-quality honeys is possible in Uganda. It remains to be tested whether changes in beekeeping conditions can result in better honey quality.

Les miels ougandais : meilleurs que leur réputation ?

Le but de cette étude est de déterminer si les miels ougandais, produits dans de bonnes conditions peuvent satisfaire les exigences de qualité demandées par la législation du miel allemand (HVO) et par l'association des apiculteurs allemands (DIB). Au total 112 échantillons de miels ont été récoltés; la plupart ($n = 109$) ont été obtenus directement des apiculteurs et trois autres ont été achetés dans des magasins locaux. Les miels ont été analysés selon les normes allemandes DIN. Seuls 10 % de tous les échantillons de miels avaient une teneur en eau

supérieure à 21 % et ne satisfaisaient pas aux exigences de l'HVO. Presque un tiers des miels répondait aussi aux exigences du DIB ($\leq 18\%$). En ce qui concerne l'HMF, on a trouvé une fourchette de valeurs comprises entre 0,3 et 268 ppm. Seuls 8 % des échantillons présentaient des quantités supérieures à 40 ppm et ne satisfaisaient pas aux exigences de l'HVO, alors que 71 % de tous les miels satisfaisaient à celles du DIB (≤ 15 ppm). Environ un tiers des échantillons avait une teneur en HMF ≤ 5 ppm. Concernant l'indice diastasique, 77 % des échantillons atteignaient les exigences de l'HVO alors que le reste avait un indice inférieur à 8. Au total, 25 miels avec un indice diastasique faible avaient des teneurs en HMF ≤ 15 ppm ; cette faible activité diastasique semble être d'origine naturelle. En ce qui concerne l'activité de l'invertase, 72 % des échantillons satisfaisaient aux exigences du DIB, pendant que 28 % présentaient des valeurs inférieures à 64 U/kg. Cependant, huit de ces miels avaient des teneurs en HMF ≤ 5 ppm, ce qui indique une activité de l'invertase naturellement basse. L'acidité libre de 11,4 % des miels était supérieure à 50 mval/kg et ne répondait pas aux exigences de l'HVO. Cette forte quantité d'acidité libre peut être liée à la miellée. Au total 71 % des échantillons satisfaisaient aux exigences de l'HVO et 17 seulement à celles du DIB. Concernant les normes de l'HVO, le plus gros problème était lié aux faibles activités enzymatiques. Les exigences du DIB n'ont pas été satisfaites par la plupart des miels à cause de la teneur en eau. Seuls 70 % des miels auto-récoltés présentaient une qualité suffisante pour l'HVO bien que nous puissions exclure pour ces miels des dommages lors du traitement et du stockage. Récolter des miels de bonne qualité est possible en Ouganda. Il reste à vérifier que la qualité des miels peut être améliorée par des mesures de pratique apicole.

8. Tetracycline in Honig – eine Analytik-, Medikations- und Marktstudie. *Th. Münstedt¹, M. Petz¹, E. Rademacher²* (¹Fachbereich 9/Lebensmittelchemie, Bergische Universität Wuppertal, 42097 Wuppertal; ²Institut für Biologie/Neurobiologie, Freie Universität Berlin, 14195 Berlin, Germany)

Zwei kommerziell erhältliche halbquantitative Bestimmungsverfahren für Tetracyclinrückstände in Honig, der Rezeptortest CHARM II (Lawrence, MA/USA) und der Enzymimmunoassay von R-Biopharm (Darmstadt) wurden hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit miteinander verglichen. Beide besitzen eine Nachweisgrenze von ca. 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ und sind gleichermaßen gut für Serienuntersuchungen geeignet. Für die Identifizierung des vorliegenden Tetracyclins und die Konzentrationsermittlung wurde das amtliche HPLC-Verfahren L06.00.48(V)

nach § 35 LMBG verwendet. Wegen erheblicher Matrixinterferenzen ließ sich das von Zurhelle et al. für Tetracyclinrückstände in Ei entwickelte, automatisierte HPLC-Verfahren auch nach verschiedenen Modifikationen nicht auf Honig übertragen. Tetracycline sind in verschiedenen Ländern, nicht aber in Deutschland, als Arzneimittel zur Behandlung der bösartigen Faulbrut zugelassen. Um das Rückstandsverhalten zweier unterschiedlicher Tetracycline und die Höhe der möglichen Rückstände in einem „worst-case“-Szenario zu ermitteln, wurden jeweils 5 Bienenvölker innerhalb von 14 Tagen während der Tracht dreimal mit je 200 mg Oxytetracyclin (OTC) bzw. Chlortetracyclin (CTC) behandelt, indem diese mit Puderzucker vermischt trocken auf die Rähmchenoberträger aufgebracht wurden. Die CTC-Rückstände im Honig lagen zwischen 300 und 600 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (60 % unverändertes CTC, 40 % mikrobiologisch inaktives 4-Epimer). Bis auf Spuren in einer einzigen Probe war OTC in den zugehörigen Honigen nicht vorhanden. Beide Screening-Verfahren reagierten jedoch auf Reaktionsprodukte des OTC und bieten damit eine Möglichkeit, eine OTC-Behandlung erkennen zu können. Rückstände durch Verflug waren in den Kontrollvölkern nicht zu beobachten. In einer Marktstudie mit 359 nicht repräsentativ gezogenen Honigproben aus dem weltweiten Import und aus Deutschland waren alle 66 Proben deutscher Herkunft frei von Tetracyclinen. Bei den positiven Proben aus dem Ausland lagen die höchsten Konzentrationen bei 90–100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ELISA), der Median bei 22 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Tetracyclines in honey – an analytical, drug and market study

The performance characteristics of two procedures to semi-quantitatively screen for tetracycline residues in honey have been studied. Both the CHARM II receptor test (Lawrence, MA, USA) and the R-Biopharm (Darmstadt, Germany) enzyme immunoassay performed well and allowed high sample throughput with detection limits of ca. 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$. The official HPLC method according to the German Food Act (L06.00.48-V) was used to identify the specific tetracycline and to quantify the residual concentrations. The automated HPLC method of Zurhelle et al. for determining tetracycline levels in eggs could not – despite a series of modifications – be adapted for honey due to matrix interferences. In various countries, tetracyclines are approved for use as veterinary drugs for the prophylaxis and therapy of American foulbrood. In the present study, a worst-case scenario has been chosen to investigate the residual behaviour of two different tetracyclines. Five colonies each received three doses of 200 mg oxytetracycline (OTC) or

chlortetracycline (CTC) mixed with powdered sugar over a period of 14 days during the main honey flow; the powdered sugar was applied to the top crossbar of the comb frame. CTC residues in honey ranged from 300 to 600 µg/kg (60% parent CTC and 40% microbiologically inactive 4-epimer). With the exception of minor traces in just one sample, no OTC residues could be detected by the specific HPLC method. Both screening procedures, however, gave positive results by identifying OTC reaction products, thus allowing the identification of a previous OTC treatment. Drifting of bees did not lead to residue in the control colonies. Honey samples ($n = 359$) were collected using a non-representative sampling scheme. All 66 samples of German origin were free of tetracyclines, whereas in honeys from all over the world concentrations up to 90–100 µg/kg (ELISA) were found, with a median of 22 µg/kg.

Les tétracyclines dans le miel, une étude analytique, de médication et de marché

Nous avons comparé la performance de deux méthodes de détermination semi-quantitative vendues dans le commerce pour révéler les résidus de tétracycline dans le miel, à savoir le test récepteur CHARM II (Lawrence, MA/USA) et l'essai immunoenzymatique de R-Biopharm (Darmstadt). Les deux possèdent une limite de détection d'environ 10 µg/kg et ont la même aptitude pour les études en série. Pour identifier la tétracycline présente et déterminer la concentration, nous avons utilisé la méthode HPLC officielle L06.00.48(V) selon §35 de la loi allemande sur les aliments (LMBG). En raison d'interférences matricielles considérables, la méthode HPLC automatisée, développée par Zurhelle et al. pour les résidus de tétracycline dans l'œuf, n'a pas pu être appliquée au miel, même après différentes modifications. La tétracycline est utilisée dans différents pays, mais pas en Allemagne, dans le traitement de la loque américaine. Afin de déterminer le comportement résiduel de deux tétracyclines différentes, ainsi que l'importance de ces résidus dans un scénario « du pire », nous avons traité 5 colonies d'abeilles trois fois en 15 jours de miellée avec chaque fois 200 mg d'oxytétracycline (OTC) ou de chlortétracycline (CTC). Les doses ont été mélangées à du sucre en poudre et déposées sèches sur les barres supérieures des cadres. Le miel a présenté entre 300 et 600 µg/kg de résidus de CTC (60 % de CTC inchangée, 40 % d'un épimère-4 microbiologiquement inactif). A part des traces dans un seul échantillon, l'OTC n'a pas été mise en évidence dans les miels. Cependant, les deux méthodes de criblage réagissent aux produits de réaction de l'OTC et offrent de ce fait la possibilité de révéler un traitement à l'OTC. On n'a pas observé de résidus dans les co-

lonies témoins dus à la dérive. Dans une étude sur 359 échantillons de miel du commerce non représentatifs, provenant de l'importation mondiale et d'Allemagne, les 66 échantillons d'origine allemande sont exempts de tétracyclines. Dans les échantillons positifs de l'étranger, les concentrations maximales varient entre 90 et 100 µg/kg (ELISA), la médiane est de 22 µg/kg.

9. Bestimmung des Aminosäurespektrums von Honigen unterschiedlicher Sorte mit Hilfe der HPLC. W. Rütter^{1,2}, H. Horn¹, H.-D. Isengard² (¹Landesanstalt für Bienenkunde, ²Institut für Lebensmitteltechnologie, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany)

Es sollte geprüft werden, ob das Aminosäurespektrum von verschiedenen Sortenhonigen für deren Unterscheidung geeignet ist. Dazu wurden jeweils 10 Honige aus Wald-, Weißtannen-, Blüten-, Raps-, Götterbaum-, Linden-, Akazien-, Sonnenblumen-, Obst- Edelkastanien-, Heide- und Löwenzahntracht untersucht. Die Sortendecklaration erfolgte mittels Pollenanalyse, sowie durch Leitfähigkeit und pH-Wert. Die Messung des Prolingehaltes wurde nach DIN 10754 durchgeführt, die Bestimmung der freien Aminosäuren (Asparagin-, Glutaminsäure, Serin, Histidin, Glycin, Threonin, Arginin, Alanin, Tyrosin, Valin, Methionin, Phenylalanin, Isoleucin, Leucin und Lysin) erfolgte mittels HPLC unter Verwendung folgender Geräteeinstellungen: Vorsäulenderivatisierung mit o-Phthalaldehyd; Fließgeschwindigkeit 1,1 mL/min; Fließmittel A: 1000 mL Phosphatpuffer, 7,5 mL Tetrahydrofuran; Fließmittel B: 350 mL Methanol, 150 mL Acetonitril, 500 mL Phosphatpuffer; Stationäre Phase: OPA-3 Spezialsäule zur Analyse von Aminosäuren; Modus: Gradient; Säulentemperatur: 40 °C; Injektionsvolumen: 20 µL; Detektor: Fluoreszenzdetektor, Ex = 330 nm, Em = 450 nm. Die Gesamtaminosäuregehalte verschiedener Sortenhonige lagen zwischen 323 ppm (Akazie) und 807 ppm (Sonnenblume). Es konnten z.T. deutliche Unterschiede zwischen den Aminosäurespektren einzelner Honigsorten nachgewiesen werden. Mengenmäßig dominierte Prolin in allen Honigen. Die höchsten Werte fanden sich in Edelkastanien-, die niedrigsten Gehalte in Raps- und Akazienhonigen. Hohe Konzentrationen an Asparagin- und Glutaminsäure sind typisch für Edelkastanien- und Götterbaumhonige. Serin, Threonin, Arginin, Tyrosin, Valin, Phenylalanin, Leucin und Isoleucin sind charakteristisch für Sonnenblumenhonige und waren in Tannenhonigen nur in geringen Mengen nachweisbar. Hohe Gehalte an Lysin fanden sich in Löwenzahn- und Raps- und Heidehonigen, in Heidehonigen fanden sich hohe Alaningehalte. Bei Berücksichtigung

zusätzlicher Parameter (Zuckerspektrum, pH-Wert, Leitfähigkeit...) lässt sich die Aussagekraft der Aminosäuren zur Unterscheidung von Sortenhonigen sicherlich noch verbessern.

Determination of the amino acid spectrum of different honey types by using HPLC

The aim of this experiment was to determine if different types of honey can be classified by their amino acid spectrum. Ten honeys from different sources were analyzed: spruce, silver fir, flower, rape, *Ailanthus altissima*, lime, acacia, sunflower, fruit, chestnut, heather and dandelion. The honey types were classified by pollen analysis of the honey sediments, and by electrical conductivity and pH-value. The determination of the proline content was done by DIN 10754, all other free amino acids were analysed by HPLC, using the following adjustments: Column: OPA 3 special column (GROM); pre-column derivatization with OPA-reagent; Flow rate: 1.1 mL/min; Mobile phase: A \Rightarrow 1000 mL phosphate buffer (25 mM); pH 7.2; B \Rightarrow 350 mL methanol, 150 mL acetonitrile, 500 mL phosphate buffer; Sample size: 20 μ L; Column temperature: 40 °C; Detector: fluorescence, $\lambda = 330$ nm, $\lambda = 450$ nm. The total amino acid content of different honey types fell between 323 ppm (acacia) and 807 ppm (sunflower). Some differences between different types of honey could be demonstrated. Proline predominated in all honey types. The highest amounts of proline could be found in honeys from chestnut, the lowest in honeys from rape and "acacia". High concentrations of aspartic- and glutamic acid were typical for honeys from chestnut and *Ailanthus altissima*. Serine, threonine, arginine, tyrosine, valine, phenylalanine, leucine and isoleucine were characteristic components of sunflower honeys and could be found only in low amounts in honeydew honeys from *Abies alba*. High concentrations of lysine could be found in honeys from dandelion and rape, whereas high amounts of alanine were typical for heather honeys. The methods used to differentiate between honey types by their amino acid spectrum could be improved by also analysing other chemical and physical parameters.

Détermination par HPLC du spectre des acides aminés de différents types de miels

Il faudrait vérifier si le spectre des acides aminés peut être utilisé pour différencier les différents types de miels. Pour cela, 10 miels d'érable, de sapin blanc, toutes fleurs, de colza, d'*Ailanthus altissima*, de tilleul, de robinier, de tournesol, de fruitiers, de châtaignier, de callune et de pissenlit ont été analysés. L'identification des types de miels a été faite par

analyse pollinique des sédiments du miel par conductibilité électrique et par la mesure du pH. La détermination de la proline a été faite selon la norme allemande DIN 10754, tous les autres acides aminés libres ont été détectés par HPLC, avec les conditions suivantes : colonne : colonne spéciale OPA 3 (GROM) ; pré-colonne de dérivation avec réactif OPA ; débit : 1,1 mL/min ; phase mobile : A \Rightarrow 1000 mL tampon phosphate (25 mM) ; pH 7,2 ; B \Rightarrow 350 mL méthanol, 150 mL acétonitrile, 500 mL tampon phosphate ; volume de l'échantillon : 20 μ L ; température de la colonne : 40 °C ; détecteur : fluorescence, $\lambda = 330$ nm, $\lambda = 450$ nm. La teneur en acides aminés des différents types de miels était comprise entre 323 ppm (robinier) et 807 ppm (tournesol). Des différences nettes ont pu être partiellement mises en évidence entre les différents types de miels. La proline prédominait dans tous les types de miels. Les plus fortes quantités ont été trouvées dans le miel de châtaignier, les plus faibles dans le miel de colza et de robinier. Des concentrations élevées en acides aspartique et glutamique étaient caractéristiques des miels de châtaignier et d'*Ailanthus altissima*. La sérine, la thréonine, l'arginine, la tyrosine, la valine, la phénylalanine, la leucine et l'isoleucine sont des constituants caractéristiques des miels de tournesol et ont été trouvées en faibles quantités dans le miel de miellat d'*Abies alba*. De fortes concentrations en lysine ont été trouvées dans les miels de pissenlit et de colza, alors que de fortes quantités d'alanine sont typiques des miels de callune. Si d'autres paramètres chimiques et physiques sont pris en compte la pertinence de la détermination des acides aminés pour différencier les types de miel peut être améliorée.

10. Transgener Rapspollen als Bienennahrung und sein Einfluss auf Mikroorganismen im Bienendarm. M. Sick, K. Mohr, S. Kühne, C.C. Tebbe, B. Hommel (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 14532 Kleinmachnow, Germany)

Rapspollen ist in der relativ blütenarmen Zeit Anfang Mai eine wichtige Futterquelle für verschiedene Bienenarten. Ziel der Arbeit sind Untersuchungen zur Wahrscheinlichkeit einer horizontalen Übertragung eines rekombinanten Gens vom Pollen auf Bakterien des Bienendarms. Auf einer Versuchsfläche der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) mit ca. 860 m² transgenem, herbizidresistentem Raps (Insertion des Gens für Phosphinotricin-Acetyl-Transferase; „pat“-Gen) sowie umgebender Mantelsaat mit Raps der isogenen Linie, wurden im Mai 2001 ein Honigbienenvolk (*Apis mellifera carnica*), mehrere Erdhummelvölker (*Bombus terrestris*) sowie Mauerbienen (*Osmia bicornis*) etabliert. Bei allen drei Arten wurden Proben der Pollenhöschchen oder

Pollenzellen bzw. Brutzellen (*Osmia*) entnommen und mittels PCR auf das Vorkommen transgenen Rapspollens untersucht. In nur ca. 30 % der Proben konnte das „pat“-Gen nachgewiesen werden. Eine quantitative Auswertung des Anteils an HR-Rapspollen in den Proben wird sich anschließen. In der Forschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) wurden Darmbakterien aus adulten Bienen und Larven kultivierungsfrei charakterisiert. Hierzu ist eine variable Region des 16S rRNA-Gens (V4, V5) mithilfe der PCR-SSCP-Methode betrachtet und die DNA-Abschnitte nach anschließendem Klonen und Sequenzieren mit Sequenzen aus Datenbanken (Genebank, EMBL) verglichen worden. Es zeigten sich bei den einzelnen Arten Unterschiede zwischen den einzelnen Bakteriengruppen (Mohr K., Tebbe C.C. 2002; Microbial diversity in the gut of three different bee species; in Vorb.). In den nächsten Jahren wird über Kultivierung der Darmbakterien und Resistenztest das Vorkommen Phosphinotricin-toleranter Stämme sowie der Ursprung dieser Resistenz (natürliche Mutation oder Aufnahme aus Raps-Genom) untersucht.

Transgenic oilseed rape pollen and its influence on microorganisms in the gut of bees

Oilseed rape pollen is an important food source for bees early in May, when there are relatively few other flowering crops. The present study examines the possibility of horizontal gene flow of a recombinant gene from oilseed rape to the gut bacteria of bees. In May 2001, *Apis mellifera* and *Bombus terrestris* hives and *Osmia bicornis* trap nests and cocoons were established at a field site with oilseed rape (860 m²) genetically engineered by chromosomal insertion of the gene encoding phosphinotricin-acetyl transferase (*pat*). As a consequence of the *pat*-gene insertion, the plants develop a herbicide-resistant phenotype. We collected pollen from the corbiculae and storage cells, or brood cells (*Osmia*) from all three bee species. Only 30% of the samples contained pollen from transgenic oilseed rape, as could be demonstrated by PCR. Samples were later analyzed semi-quantitatively by QC-PCR. Gut bacteria of adult bees and larvae were characterized by a cultivation-independent method. A variable 16S rRNA gene region (V4, V5) was compared by the PCR-SSCP method. After cloning and sequencing of the DNA, results were compared with the sequences from databases (Genebank, EMBL). The bee species differed in regard to the different bacterial groups (Mohr K., Tebbe C.C. 2002; Microbial diversity in the gut of three different bee species; in preparation). Over the next two years, we intend to cultivate gut bacteria to determine the diversity and extent of

phosphinotricin resistance in order to detect “*pat*“-acquisition by horizontal gene transfer.

Le pollen de colza transgénique et son influence sur les microorganismes de l'intestin des abeilles

Durant la période relativement pauvre en fleurs de début mai, le pollen de colza constitue une source alimentaire importante pour différentes espèces d'abeilles. L'objectif de ce travail est d'étudier la probabilité d'un transfert horizontal d'un gène recombinant du pollen à des bactéries de l'intestin de l'abeille. En mai 2001, nous avons établi une colonie d'abeilles domestiques (*Apis mellifera carnica*), plusieurs colonies de bourdons (*Bombus terrestris*) et des osmies (*Osmia bicornis*) sur une surface expérimentale de l'Institut de Biologie pour l'Agriculture et la Sylviculture (BBA), plantée d'environ 860 m² de colza transgénique résistant aux herbicides (insertion du gène pour la phosphinotricine-acétyltransférase ; gène « *pat* ») et entourée d'un semis de colza de la lignée isogène. Nous avons prélevé chez les trois espèces des échantillons de pelotes de pollen, de cellules de pollen et de cellules de couvain (*Osmia*) et nous avons cherché la présence de pollen de colza transgénique avec la PCR. Dans seulement 30 % des échantillons environ le gène « *pat* » a été mis en évidence. Cette étude sera suivie d'une exploitation quantitative de la proportion de pollen de colza HR dans les échantillons. A l'Institut de Recherche de l'Agriculture (FAL), les bactéries intestinales provenant d'abeilles adultes et de larves ont été caractérisées sans faire de culture. A cet effet, une région variable du gène 16S ARNr (V4, V5) a été analysée par PCR-SSCP et les fragments d'ADN ont été comparés après clonage et séquençage avec les séquences des banques de données (banque de gènes, EMBL). Les différents groupes bactériens ont varié chez les diverses espèces (Mohr K., Tebbe C.C. 2002 ; Microbial diversity in the gut of three different bee species ; en préparation). Dans les prochaines années, la culture des bactéries intestinales et le test de résistance permettront de déceler la présence de souches tolérantes à la phosphinotricine, ainsi que l'origine de cette résistance (mutation naturelle ou absorption du génome du colza).

11. Schwermetallbelastungen von Bienen und Pollen in der ehemaligen Uranbergbauregion Ronneburg (Thüringen). K. Pohle¹, M. Leiterer², H. Kaatz¹ (¹LB Apidologie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena, Germany; ²Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 07743 Jena, Germany)

In einer der größten ehemaligen Uranbergbauregionen der Welt bei Ronneburg existieren zahlreiche Halden, die seit ihrer Ablagerung bodenbildenden Prozessen, der Auswaschung und dem Transfer von Schadelementen aus dem Boden in die Vegetation unterworfen sind. Wir haben den Gehalt der Schwermetalle Uran, Nickel, Cadmium und Blei im Pollen von Trachtpflanzen und in Bienen mittels ICP-MS an Proben aus je drei Bienenvölkern bestimmt, die von drei Standorten – zwei Halden-nahen und einem mehr als 6 km entfernten Standort stammten. Die Schwermetallgehalte im Pollen variieren von Pflanzenart zu Pflanzenart. Weißklee-Pollen (*Trifolium repens*) enthalten in der Nähe der Halden die höchsten Werte an U (max. 234 µg/kg Trockengewicht), Ni (max 5077 µg/kg) und Pb (max. 1560 µg/kg), Halden-fern dagegen nur 15 µg/kg U. Rapspollen enthalten dagegen vergleichsweise wenig U 7,5 µg/kg, Ni 265–626 µg/kg, Pb 160–210 µg/kg, und Cd 12,5–22,5 µg/kg. Pollen von Obstbäumen enthalten wenig U und Pb, mehr Ni (1657–2422 µg/kg) und die höchsten Cd-Werte (285–593 µg/kg). Der Uragehalt der Bienen korreliert mit dem der Trachtpflanzen mit höchsten Werte in Bienen aus haldennahen Völkern (1,8 µg/Biene). Cd-(0,2–0,5 µg/Biene), Ni-(30–34 µg) und Pb-Gehalte (6–10 µg) in den Bienen korrelieren weder mit der Belastung der Pflanzen noch mit der des Standortes. Adulte Bienen enthalten fünfmal mehr Pb und Ni als Bienenpuppen. In Zukunft sollen die toxikologischen Konsequenzen und die physiologischen Grundlagen der Schwermetallaufnahme in die Bienen untersucht werden.

Heavy metal contamination of honey bees and pollen in the former uranium mining area of Ronneburg (Thuringia)

Numerous mining dumps still exist in one of the largest former uranium mining areas in the world at Ronneburg (Thuringia, Germany). They are responsible for soil formation, erosion and the transfer of heavy metals into the vegetation. In this study, we have analyzed the content of the heavy metals uranium (U), nickel (Ni), cadmium (Cd) and lead (Pb) in honey bees and in the pollen of bee pastures via ICP-MS. The samples were obtained from three colonies each at a different sites. Two sites were close to the mining dumps, while the other was at a distance of 6 km. The heavy metal contents in pollen varied among plant species. Pollen from clover (*Trifolium repens*) contained the highest amounts of U (max. 234 µg/kg dry weight), Ni (max. 5077 µg/kg) and Pb (max. 1560 µg/kg) when this plant grew close to the mining dumps. The U content was low in those pollen samples taken from the site at a distance from the mining dumps, and contained only 15 µg/kg U. Rape (*Brassica napus*) pollen contained comparatively

small amounts of U (7.5 µg/kg), Ni (265–626 µg/kg), Pb (160–210 µg/kg), and Cd (12.5–22.5 µg/kg). Fruit tree (*Pyrus* sp., *Malus* sp.) pollen contained little U and Pb, more Ni (1657–2422 µg/kg) and the highest amounts of Cd (285–593 µg/kg). The U content in bees correlated with that present in the bee pastures. The highest amounts were found in bees from the colonies close to the mining dumps (1.8 µg/bee). However, the concentrations of Cd (0.2–0.5 µg/bee), Ni (30–34 µg) and Pb (6–10 µg) in the bees were not correlated with the amounts found in the plants or location. Adult bees contained about 5-fold higher amounts of Pb and Ni than the bee pupae. The toxicological consequences and the physiological mechanisms of heavy metal uptake in honey bees will be analyzed in a future study.

Contamination par les métaux lourds des abeilles domestiques et du pollen dans l'ancienne région d'extraction de l'uranium de Ronneburg (Thuringe)

Dans l'une des plus grandes régions anciennes d'extraction de l'uranium du monde, près de Ronneburg, il existe de nombreux terrils qui, depuis leur création, sont soumis à des processus de pédogenèse, au lessivage et au transfert d'éléments toxiques du sol dans la végétation. Nous avons déterminé la teneur en métaux lourds (uranium, nickel, cadmium et plomb) dans le pollen de plantes mellifères et dans les abeilles au moyen de l'ICP-MS sur des échantillons provenant de 3 colonies d'abeilles sur trois sites – deux sites proches des terrils et un site éloigné de plus de 6 km. Les teneurs en métaux lourds du pollen varient d'une espèce végétale à l'autre. Le pollen de *Trifolium repens* contient, à proximité des terrils, les teneurs les plus élevées en U (max. 234 µg/kg de poids sec), en Ni (max. 5077 µg/kg) et en Pb (max. 1560 µg/kg), mais seulement 15 µg/kg d'U loin des terrils. Par contre, le pollen du colza contient comparativement peu de U (7,5 µg/kg), de Ni (265 à 626 µg/kg), de Pb (160 à 210 µg/kg) et de Cd (12,5 à 22,5 µg/kg). Le pollen des arbres fruitiers contient peu de U et de Pb, plus de Ni (1657 à 2422 µg/kg), mais beaucoup de Cd (285 à 593 µg/kg). La teneur des abeilles en uranium est en corrélation avec celle des plantes mellifères, la teneur maximale s'observant chez les abeilles des colonies proches des terrils (1,8 µg/abeille). Les teneurs des abeilles en Cd (0,2 à 0,5 µg/abeille), en Ni (30 à 34 µg) et en Pb (6 à 10 µg) ne sont corrélées ni avec la contamination des plantes ni avec celle du site. Les abeilles adultes contiennent 5 fois plus de Pb et de Ni que les nymphes. Par la suite, nous étudierons les conséquences toxicologiques et les fondements physiologiques de l'absorption des métaux lourds par les abeilles.

12. Zur Eignung von Honig als Bioindikator zur Überprüfung der Umweltbelastung durch Schwermetalle. S. Yazgan^{1,2}, H. Horn¹, H.-D. Isengard² (¹Landesanstalt für Bienenkunde, ²Institut für Lebensmitteltechnologie, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany)

Da Bienenvölker für die Honigproduktion eine Fläche von bis zu 30 km² befliegen, sollte untersucht werden, inwieweit Honig als Bioindikator zum Nachweis von Schwermetallen in der Umwelt verwendet werden kann. Untersucht wurden 58 Proben, 41 Blüten- und 17 Waldhonige. Die Blütenhonige stammten teilweise von exponierten Lagen in und aus dem Raum Stuttgart (stark frequentierte Straßen, Flughafen), die Honigtauhonige stammten aus dem Schwarzwald. Der Probenaufschluss erfolgte über einen Zeitraum von 74 min, unter Verwendung des Mikrowellengerätes 1200 mega der Firma MLS, nach Vorbehandlung mit 70 %-iger Salpetersäure und Wasserstoffperoxid. Die Messungen wurden mit dem induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometer (ICP-MS) Elan 6000 der Firma PE Sciex durchgeführt, wobei Blei (Pb), Kupfer (Cu), Chrom (Cr), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Zink (Zn), Silber (Ag), Eisen (Fe) sowie Cadmium (Cd) als Isotope ¹¹³Cd und ¹¹⁴Cd erfasst wurden. Die Gehalte für Silber lagen alle unter der Nachweisgrenze, die Werte für Eisen konnten aufgrund einer hohen Streuung, die auf Kontaminationen zurückzuführen sein dürfte, nicht ausgewertet werden. Nur 12 Honige erreichten Cadmiumgehalte über der Nachweisgrenze von 10 µg/kg. Die folgenden Durchschnittsgehalte in µg/kg konnten ermittelt werden: Blei (81), Cadmium (23), Chrom (109), Kupfer (932), Mangan (3120), Nickel (301) und Zink (1083). Honigtauhonige wiesen höhere Mineralstoffgehalte als Blütenhonige auf. Es konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Wald- und Tannenhonigen festgestellt werden. Blütenhonige aus exponierten Lagen (Autobahn- und Flughafennähe) wiesen die höchsten Bleigehalte auf. Somit kann Honig zumindest bedingt als Bioindikator zum Nachweis von Umweltkontaminationen durch Schwermetalle verwendet werden.

Honey as a bioindicator for screening heavy metal content of the environment

As bee colonies collect nectar over an area of 30 square kilometres, we investigated whether honey could be used as indicator for screening the heavy metal content of the environment. We examined 58 samples, i.e. 41 flower and 17 honeydew honeys. Some of the flower honeys were collected from exposed areas around and within the city of Stuttgart (heavily frequented highways, airfield),

and the honeydew honeys were collected from the Black Forest. The samples were broken down for 74 min by using a 1200 mega MLS microwave after treatment with 70% nitric acid and hydrogen peroxide. The determinations were made via a PE Sciex Elan 6000 inductive-linked plasma mass spectrometer (ICP-MS), with lead (Pb), copper (Cu), chromium (Cr), manganese (Mn), nickel (Ni), zinc (Zn), silver (Ag), iron (Fe) and cadmium (Cd) determined as isotopes ¹¹³Cd and ¹¹⁴Cd. The amount of Ag in all samples was below the detection limit, and Fe levels could not be calculated due to the wide mean variation of the single samples, which could have been the result of contamination. Concerning Cd, only 12 honeys passed the detection limit of 10 µg/kg. The following mean values (µg/kg) were calculated: Pb (81), Cd (23), Cr (109), Cu (932), Mn (3120), Ni (301), Zn (1083). Honeydew honeys had higher mineral contents than flower honeys. However, no significant differences between honeydew honeys from spruce and silver fir could be observed. In flower honeys from exposed areas (close to the highway and airfield), the highest Pb concentrations were found. Consequently honey can be at least partly used as a bioindicator for the detection of heavy metal pollution.

Aptitude du miel à servir de bioindicateur pour détecter la contamination de l'environnement par les métaux lourds

Étant donné que les colonies d'abeilles butinent sur un territoire couvrant jusqu'à 30 km², le but de cette étude a été de vérifier dans quelle mesure le miel peut être utilisé comme bioindicateur de la contamination de l'environnement par les métaux lourds. L'étude a porté sur 58 échantillons, dont 41 miels de nectar et 17 miels de miellat. Les miels de nectar provenaient de zones parfois exposés dans et à l'extérieur de la région de Stuttgart (routes très fréquentées, aéroports), les miels de miellat de la Forêt Noire. Les échantillons ont été dissous pendant 74 min à l'aide d'un appareil à micro-ondes de 1200 méga de la firme MLS, après avoir été préalablement traités à l'acide nitrique à 70 % et au peroxyde d'hydrogène. Les mesures ont été effectuées avec le spectromètre de masse quadripolaire à source plasma (ICP-MS) Elan 6000 de la firme PE Sciex, le plomb (Pb), le cuivre (Cu), le chrome (CR), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le zinc (Zn), l'argent (Ag), le fer (Fe) et le cadmium (Cd) étant déterminés comme des isotopes ¹¹³Cd et ¹¹⁴Cd. Les teneurs pour l'argent étaient toutes inférieures à la limite de détection, les valeurs pour le fer n'ont pu être exploitées étant donné la grande dispersion qui est probablement due à des contaminations. Douze miels seulement atteignaient des teneurs en cadmium

supérieures à la limite de détection de 10 µg/kg. Nous avons déterminé les teneurs moyennes suivantes en µg/kg : Pb (81), Cd (23), Cr (109), Cu (932), Mn (3120), Ni (301) et Zn (1083). Les miels de miel-lat présentaient des teneurs en matières minérales plus élevées que les miels de nectar. Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre les miels d'épicéa et les miels de sapin. Les miels de nectar des zones exposées (proximité d'autoroutes et d'aéroports) présentaient les valeurs en plomb les plus élevées. Par conséquent, le miel peut servir au moins partiellement comme bioindicateur pour la mise en évidence des contaminations de l'environnement par les métaux lourds.

13. Sulfonamide in Honig – Zur aktuellen Situation in deutschen Honigen. *K. Wallner (Universität Hohenheim, Landesanstalt für Bienenkunde 70593 Stuttgart, Germany)*

Der Einsatz von Antibiotika ist in allen Ländern der EU sowohl zur Vorbeugung wie auch zur Bekämpfung der Amerikanischen Faulbrut verboten. Rückstände von Medikamenten, die aus einer Faulbrutbehandlung stammen, dürfen derzeit in Honigen auf dem europäischen Markt nicht nachweisbar sein (Nulltoleranz). Dies hat in jüngster Zeit zur Zurückweisung von Honigen aus Mexiko, Argentinien und China geführt. Honige aus 106 deutschen Imkereien des Jahres 2001 wurden mittels HPLC/FLD (Methode Schuch und Schwaiger; 2000) auf Rückstände von 12 unterschiedlichen Sulfonamiden (Sulfa-guanidin, -nilamid, -diazin, -thiazol, -cetamid, -merazin, -methazin, -methoxy-pyridazin, -chloropyridazin, -doxin, -diméthoxin, -benzamid) untersucht. Die Probenvorbereitung umfaßte eine Säurehydrolyse und Derivatisierung mit Fluorescamin. Die analytische Trennung erfolgte an einer Luna 5 µm C-18 Säule. Die Bestimmungsgrenzen lagen bei 15 µg/kg (ppb). Ergebnis: In keinem der 106 untersuchten deutschen Honige waren Sulfonamid-Rückstände nachweisbar.

Sulfonamide residues – the current situation in German honeys

The use of antibiotics against American foulbrood is not permitted in any of the member states of the European Community. Therefore, residues of any substance used to treat foulbrood are also not accepted within the community (zero tolerance). This has been the reason for cases of refusal of contaminated honeys from different counties, e.g. China, Argentina and Mexico. Honeys from 106 German apiaries were analyzed via HPLC/FLD (the Schuch and Schwager method) for the presence of 12 different sulfonamide residues (sulfa-guanidin, -

nilamid, -diazin, -thiazol, -cetamid, -merazin, -methazin, -methoxy-pyridazin, -chloropyridazin, -doxin, -dime-thoxin, -benzamid). Sample preparation included acid hydrolysis and derivatization with fluorescamine. Analytical separation was performed on a Luna 5 µm C-18 column. The calculation limit for each sulfonamide was 15 µg/kg (ppb). It was found that none of the samples contained residues of the above-listed 12 sulfonamides.

Les sulfonamides dans le miel : situation actuelle des miels allemands

Dans tous les pays de l'UE, l'utilisation préventive ou curative des antibiotiques contre la loque américaine est interdite. Les résidus de médicaments provenant d'un traitement contre la loque ne doivent pas être décelables dans les miels mis sur le marché en Europe (tolérance zéro). Récemment, des miels du Mexique, d'Argentine et de Chine ont été refoulés pour ce motif. On a recherché, à l'aide de la HPLC/FLD (méthode Schuch et Schwaiger ; 2000), les résidus de 12 sulfonamides différents (sulfa-guanidine, -nilamide, -diazine, -thiazole, -cétamide, -mérazine, -méthazine, -méthoxy-pyridazine, -chloropyridazine, -doxine, -diméthoxine, -benzamide) dans des miels de l'année 2001 provenant de 106 exploitations apicoles allemandes. Les échantillons ont été préparés par acidolyse et dérivatisation à la fluorescamine. La séparation analytique a été faite sur une colonne Luna 5 µm C-18. La limite de détection est de 15 µg/kg (ppb). Résultat : aucun des 106 miels allemands étudiés ne contenait des résidus de sulfonamides.

14. PCR-gestützte Virusdiagnostik bei Bienen – erste Ergebnisse eines Screenings in Hessen. *R. Siede, R. Büchler (Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz, Bieneninstitut Kirchhain, 35274 Kirchhain, Germany)*

Virosen können insbesondere bei einem gemeinsamen Auftreten mit Parasiten Bienenvölker in fataler Weise schädigen. Wir haben deswegen die Verbreitung des Akuten Paralysevirus (ABPV), des Sackbrutvirus (SBV) und des schwarzen Königinnenzellenvirus (BQCV) mit Hilfe publizierter RT-PCR-Nachweismethoden untersucht. Getestet wurde der Wintertotenfall aus 160 Bienenvölkern von 52 Bienenständen hessischer Imkereibetriebe. Je Stand wurden Einzelproben aus mindestens 3 Völkern mit dem Umfang von jeweils 10 toten Bienen vor dem Frühjahrsreinigungsflug erhoben. 17 % der beprobten Bienenstände testen virusnegativ. 34 % aller 160 Einzelproben waren ABPV positiv, 33 % SBV positiv und 46 % BQCV positiv. In 30 % der 160 Einzelproben war

keiner der Viren nachweisbar. Alle drei Viren sind interessanterweise in Hessen ubiquitär vorhanden, aber die beobachteten Häufigkeiten der Positivbefunde je Bienenstand entsprach bei keinem der Viren einer zufälligen Häufigkeitsverteilung ($\alpha = 0,1\%$, χ^2 -Anpassungstest), so dass bedeutende Standorteffekte anzunehmen sind. Wir vermuten deshalb, dass ein Komplex von - möglicherweise immerlich zu beeinflussenden - Faktoren maßgeblich über die Virusbelastung der Völker entscheidet.

Preliminary results of PCR-based bee-virus monitoring in Hesse

Viruses, especially in combination with parasites, can be very harmful to bee colonies. We therefore checked the distribution of the acute bee paralysis virus (ABPV), the sacbrood virus (SBV) and the black queen cell virus (BQCV) using known RT-PCR detection methods. We examined dead winter bees from 160 bee colonies in 52 Hessian bee yards. Samples of 10 dead bees per colony were collected before the first spring flight. At least 3 hives from each yard were examined. Seventeen percent of all 52 yards proved to be virus-free, while 34% of the 160 colony samples tested positive for ABPV, 33% for SBV and 46% for BQCV. In 30% of the 160 colony samples, not one of the 3 viruses were detected. All 3 viruses were ubiquitous around Hesse but – interestingly enough – the observed distribution of the positive samples among the yards differed significantly from a random distribution ($\alpha = 0.1\%$; χ^2 -adaptation), indicating the importance of site effects. We therefore assume that a complexity of factors, which the beekeeper might be able to modify, is crucial for limiting the virus burden within a colony.

Diagnostic viral chez les abeilles basé sur la PCR : premiers résultats d'un criblage dans le Land de Hesse

Les viroses peuvent être fatales aux colonies d'abeilles pour peu qu'elles les affectent en même temps que les parasites. C'est pourquoi, nous avons étudié avec la méthode publiée de RT-PCR la dissémination des virus de la paralysie aiguë (ABPV), du couvain sacciforme (SBV) et des cellules royales noires (BQCV). Nous avons analysé la mortalité hivernale des abeilles dans 160 colonies réparties en 52 ruchers de Hesse. Des échantillons de 10 abeilles mortes, issues d'au moins trois colonies par rucher, ont été récoltés avant le vol de propreté du printemps. 17 % des ruchers testés étaient indemnes de virus. 34 % des 160 échantillons se sont révélés positifs à l'ABPV, 33 % au SBV et 46 % au BQCV. Dans 30 % des

cas, aucun des trois virus n'a été mis en évidence. Il est intéressant de noter que les trois virus sont ubiquitaires en Hesse, mais les fréquences de tests positifs observées par rucher ne correspondent pour aucun des virus à une distribution de fréquence aléatoire ($\alpha = 0,1\%$, χ^2 -test d'adaptation), si bien qu'on doit supposer des effets importants du lieu. Par conséquent, nous pensons qu'un ensemble de facteurs variés (qui peuvent être influencés par des techniques apicoles) détermine dans une large mesure la charge virale des colonies.

16. Weiterentwicklung des Nassenheider Verdunsters: Vorteile bei der Herbstbehandlung. B. Polaczek, Ph. Neuberger, B. Schrickler (Freie Universität Berlin, Institut für Zoologie, Arbeitsgruppe Bienenforschung, 14195 Berlin, Germany)

Anfängliche Nebenerscheinungen bei der Verwendung von Ameisensäure als Varroabekämpfungsmittel (Schwankungen der Wirksamkeit und Verlust von Königinnen und Bienen) konnten mit dem Nassenheider Verdunster, besonders in seiner weiterentwickelten Form beseitigt werden. Der hier vorgestellte Typ kann bei Magazinbeuten und Hinterbehandlungsbeuten verwendet werden. Durch Anbringung eines U-förmigen Dochtes und das Höherstellen des Applikators auf Füßen wird aus dem Verdunster ein Austropfer. Die auslaufende Ameisensäure verdunstet erst auf dem horizontal liegenden Löschpapier. Der nasse Fleck ändert seine Größe in Abhängigkeit der Temperatur. Zunächst wurde der Applikator auf einem Blatt Löschpapier (Verdunstungsdocht der Hauptmenge) in einer leeren Zarge aufgestellt. In der darauffolgenden Versuchssaison wurde der Applikator zur Verminderung des Gesamtstockvolumens in einem Wabenrahmen aufgestellt. Der Austropfer stand hierbei auf dem Löschpapier, welches seitlich nach oben hin abgeknickt war und in den Rahmen gespannt war. Die ausgetropfte Säure verbreitet sich auf dem senkrecht stehenden Papier, von wo sie verdunstet. Auch hier ist die Fleckengröße abhängig von der Temperatur. Ein solchermaßen vorbereiteter Applikator kann problemlos in den Brutraum des Stocks gehängt werden. Mit dem horizontalen Austropfer in einer leeren Zarge wurden Versuche mit 60 % Ameisensäure im Oktober 2000 durchgeführt. Durchschnittlich wurde eine Verdunstung von 6,6 g/Tag/Zarge erreicht. Im August (mit Applikator) konnte man mit einer solchen Verdunstung eine 90 % Abtötung der Milben erreichen. Im Oktober lag die Wirkung nur bei 71,5 %. Im Jahr 2001 wurden Versuche mit dem modifizierten Nassenheider Verdunster - als Austropfer in einem Wabenrahmen durchgeführt. Bei einer Verdunstung von 9,8 g/Zarge/Tag konnte man

85,8 % Milben töten. Eine noch bessere Varroaabtötung konnte man bei Völkern auf einer Zarge erreichen. Die Verdunstung von durchschnittlich 15,9 g Ameisensäure in 24 Stunden hat zu einer 92,3 % Tötung der Milben in den Versuchsvölkern geführt. Die Behandlung kann noch bei einer Außentemperatur unter 10 °C stattfinden. Um eine möglichst gute Wirkung im Oktober zu erreichen, müssen mindestens 15 g/Zarge in 24 Stunden verdunsten.

The modified Nassenheid evaporator: the advantages of autumn treatment

The initial side effects of using formic acid as a varroacide (fluctuations in effectiveness and the loss of queens and bees) could be eliminated with the use of the Nassenheid evaporator, particularly in its newly developed form. The type presented here can be used in top-opening and side-opening hives. By mounting a U-shaped wick and positioning the applicator on feet, the evaporator can be used as a dropper. The formic acid evaporates only from the horizontally placed blotting paper. The size of the wet area formed depends on changes in temperature. The applicator was first put in an empty storey on a sheet of blotting paper (which served as an evaporating medium for the main volume of the formic acid). With the aim of reducing the total hive volume, the applicator was placed in a honeycomb frame the following experimental season. The dropper was positioned on the blotting paper which was bent upwards at one side and placed in the honeycomb frame. The acid which dropped spread onto the vertically positioned blotting paper, from where it evaporated. Again, the size of the wet spot was dependent on temperature. Such an applicator can be hung in the brood space of the hive without difficulty. Experiments were performed in October 2000 with 60% formic acid and the horizontal dropper in an empty storey hive. An average evaporation rate of 6.6 g/day/storey was achieved. With such a rate of evaporation, it was possible to attain 90% extermination of the mites in August, but only 71.5 % in October. In the year 2001 experiments were performed with the use of the modified Nassenheid evaporator as a dropper in a honeycomb frame. With an evaporation rate of 9.8 g/storey/day, it was possible to kill 85.8% of the mites. A higher mortality could be obtained for mites in a single-storey colony. The average evaporation rate of 15.9 g formic acid/24 h led to a mortality of 92.3% for mites in the experimental colony. This treatment can still be performed at ambient temperatures of less than 10 °C. At least 15 g/storey per 24 h of the formic acid has to evaporate for the maximum effect to be achieved in October.

Perfectionnement de l'évaporateur Nassenheid : avantages lors du traitement automnal

Les effets secondaires apparus au début de l'utilisation de l'acide formique en tant que produit de lutte contre la varroose (variations de l'efficacité et perte de reines et d'ouvrières) ont pu être éliminés grâce à l'évaporateur Nassenheid, particulièrement dans sa forme la plus développée. Le type présenté ici peut être utilisé dans le cas de ruches à hausses multiples et de ruches à ouverture latérale. En fixant une mèche en forme de U et en plaçant l'applicateur plus haut sur pied, l'évaporateur devient un goutte à goutte. L'acide formique qui s'écoule ne s'évapore que sur le papier buvard horizontal. La taille de la tache humide varie avec la température. Tout d'abord, on place l'applicateur sur une feuille buvard (mèche d'évaporation du volume principal) dans une hausse vide. Pour réduire le volume total de la ruche, l'applicateur est placé la saison suivante dans un cadre de rayon. Le goutte à goutte se trouve sur le papier buvard qui est incliné vers le haut et tendu dans le cadre. L'acide qui goutte s'étale sur le buvard vertical d'où il s'évapore. Là aussi, la taille de la tache est fonction de la température. Un applicateur préparé de cette façon peut être suspendu sans problème dans le nid à couvain. Des essais ont été réalisés en octobre 2000 avec un goutte à goutte horizontal dans une hausse vide avec 60 % d'acide formique. En moyenne, une évaporation de 6,6 g/jour/hausse a été atteinte. En août (avec applicateur), une telle évaporation a tué 90 % des acariens. En octobre, l'efficacité n'a été que de 71,5 %. En 2001, des essais ont été réalisés avec l'évaporateur Nassenheid modifié en goutte à goutte dans un cadre de rayons. Une évaporation de 9,8 g/hausse/jour a tué 85,8 % des acariens. On a atteint une mortalité encore plus grande chez les colonies avec une hausse. L'évaporation de 15,9 g d'acide formique en moyenne par 24 heures a provoqué une mortalité de 92,3 % chez les acariens des colonies expérimentales. Le traitement peut encore être effectué avec une température extérieure inférieure à 10 °C. Pour atteindre une efficacité maximale en octobre, au moins 15 g/hausse doivent s'évaporer en 24 heures.

17. Der Einfluss der Temperatur auf die Wirkung von Propolis auf *Varroa destructor* Milben. A. Garedew¹, E. Schmolz¹, B. Schrickler¹, B. Polaczek¹, I. Lamprecht² (¹Institut für Zoologie, ²Institut für Tierphysiologie, Freie Universität Berlin, 14195 Berlin, Germany)

Die Verwendung von Propolis als Varroazid könnte die bekannten Schwierigkeiten mit synthetischen Akaraziden verringern. In der vorliegenden Arbeit werden deshalb die varroazide Wirkung von

Propolis und synergetische Effekte in Zusammenhang mit einer Temperaturbehandlung mit kalorimetrischen und manometrischen Methoden untersucht. Die Experimente wurden an weiblichen Milben (*Varroa destructor*) bei Temperaturen zwischen 25 und 50 °C durchgeführt. Die Milben stammten von Arbeiterinnen sowie Arbeiterinnen- und Drohnenbrut von *Apis mellifera carnica*-Kolonien. Pro Versuch wurden 20 bis 30 (kalorimetrische Versuche) und 50 bis 60 (respirometrische Versuche) Milben eingesetzt. Propolis wurde als 4 %-Lösung in 55 % Äthanol verabreicht. Die Behandlung wurde mit 250 µL Propolis-Lösung für 30 s durchgeführt. Als Kontrolle dienten Versuche mit 55 % Äthanol bzw. Wasser. Milben von Arbeiterinnen- und Drohnenbruten zeigten keine Unterschiede in ihrer Wärmeproduktion und in ihrem Gewichtsverlust und verhielten sich gleich bei Propolis-Behandlung unter verschiedenen Temperaturbedingungen. Die Behandlung bei 25 °C reduzierte die Wärmeproduktionsrate der Milben von Arbeiterinnen um 47 % und die Gewichtsverluste um 40 %. Eine gleiche Behandlung der Milben von Drohnenbrut verringerte die Werte um 65 % bzw. 62 %. Bei 40 °C wurden die Milben von Arbeiterinnen sofort getötet, während die Brutmilben nur in ihrer Aktivität reduziert wurden: um 63 % in der Wärmeproduktionsrate und 59 % in der Gewichtsverluste. Alle Milben verhielten sich bei 45 °C sehr unruhig und weisen eine erhöhte Wärmeproduktionsrate auf ($23,5 \pm 2,5 \mu\text{W}/\text{mg}$ verglichen mit $14,4 \pm 1,0 \mu\text{W}/\text{mg}$ bei 35 °C). Zusätzliche Propolis-Behandlung tötete alle Milben ab. Ein gleichzeitiger, kurzfristiger Einsatz von hoher Temperatur und Propolis könnte demnach wirkungsvoller sein als die längere Anwendung von Wärme oder Propolis alleine.

The effect of temperature on the antivaroa action of propolis

The use of propolis as a varroacide could alleviate problems associated with the application of synthetic acaricides. The acaricidal action of propolis and under different treatment temperatures was investigated using calorimetric and respirometric methods of monitoring metabolic rates. Female *Varroa destructor* mites were collected from a colony of *Apis mellifera carnica*. The experiments were conducted between 25 and 50 °C using 20–30 (calorimetric test) and 50–60 (respirometric test) mites from adult workers, worker brood and drone brood per experiment. Treatment was done by applying a 250 µL solution of 4% propolis in 55% ethanol for 30 s. Treatments with 55% ethanol and distilled water, respectively, were used as controls. *V. destructor* from worker- and drone brood showed no difference in their heat production and rates of weight loss and

responded similarly to propolis treatment at different temperatures. In contrast, the mites from adult workers displayed a different response: treatment at 25 °C reduced heat production rate by 47% and weight loss rate by 40%, which were lower than the corresponding reductions achieved in mites from drone brood: 65% and 62%, respectively. Treatment at 40 °C resulted in the immediate death of all mites from adult workers, but it did not kill mites from drone brood and reduced the heat production and weight loss rates by only ca. 63 % and 59 %, respectively. Exposure of mites to 45 °C made them restless as witnessed by the elevated heat production rates ($23.5 \pm 2.5 \mu\text{W}/\text{mg}$ compared to that at 35 °C with $14.4 \pm 1.0 \mu\text{W}/\text{mg}$). After treatment with propolis at 45 °C all mites died regardless of their origin indicating that the simultaneous use of varroacides and high temperature treatment for a short period of time could be more effective rather than the prolonged use of either method.

Effet de la température sur l'action varroacide de la propolis

L'utilisation de la propolis comme varroacide pourrait réduire les problèmes associés à l'application d'acaricides de synthèse. L'action anti-varroa de la propolis et son action synergique avec la température a été étudiée à l'aide de méthodes calorimétriques et respirométriques. Les acariens femelles de *Varroa destructor* ont été collectés à partir d'une colonie d'*Apis mellifera carnica*. Les expériences ont été réalisées entre 25 et 50 °C en utilisant par expérience 20 à 30 (calorimétrie) et 50 à 60 (respirométrie) acariens provenant d'ouvrières adultes et de couvain de mâles. Le traitement consistait à appliquer avec une seringue de 250 µL une solution de propolis à 4 % diluée dans l'éthanol à 55 % pendant 30 s. Des traitements avec de l'éthanol à 55 % et de l'eau distillée ont été utilisés comme témoins. Les acariens du couvain d'ouvrières et du couvain de mâles n'ont pas montré de différences dans la production de chaleur ni dans la perte de poids et ont réagi de façon similaire au traitement à la propolis aux différentes températures. Par contre, les acariens d'ouvrières adultes ont eu une réaction différente. Le traitement à 25 °C a réduit le taux de production de chaleur de 47 % et la perte de poids de 40 %. Le même traitement appliqué aux acariens du couvain de mâles a réduit les valeurs de 65 % et 62 % respectivement. Le traitement à 40 °C a entraîné la mort immédiate de tous les acariens des ouvrières adultes, mais n'a que réduit l'activité des acariens du couvain, de 63 % pour la production de chaleur et de 59 % pour la perte de poids. L'exposition des acariens à 45 °C entraîne leur agitation comme en témoin à l'augmentation du taux de production de

chaleur ($23,5 \pm 2,5 \mu\text{W}/\text{mg}$ comparé à celui de $14,4 \pm 1,0 \mu\text{W}/\text{mg}$ à 35°C). Un traitement supplémentaire à la propolis a tué tous les acariens. L'utilisation simultanée pendant une courte période de propolis et de traitement à température élevée pourrait s'avérer plus efficace que l'utilisation prolongée de l'une seule de ces méthodes.

18. Untersuchungen zur *Varroa*-Bekämpfung in Bienenvölkern mittels Kombination aus Ablegerbildung und modifiziertem Fangwabenverfahren. J. Radtke, M. Schröder (Länderinstitut für Bienenkunde, 16540 Hohen Neuendorf, Germany)

Die überwiegende Anzahl der *Varroa destructor*-Weibchen hält sich während des Sommers in geschlossenen Brutzellen auf. In der Vergangenheit wurde nachgewiesen, dass durch die einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut zu Beginn der Schwarmzeit der Milbenbefall bis Mitte August nur halb so stark ansteigt wie in nicht geschöpften Völkern. Es sollte geprüft werden, inwieweit dieser Effekt verstärkt werden kann, wenn die zurückgelassene offene Brut ca. 10 Tage später ebenfalls entnommen wird. Die Ableger wurden wieder mit den Muttervölkern vereinigt, nachdem sie ebenfalls saniert wurden. Dies erfolgte durch 2malige Entnahme der ersten verdeckelten Brut der jungen Königin. Zwölf Völker (*Apis mellifera carnica*) wurden gemeinsam mit 12 Kontrollvölkern desselben Standes verglichen. Untersucht wurden: (i) Volksentwicklung (Liebefelder Methode), (ii) Befallsgrad der adulten Bienen (Tensidmethode), (iii) Waagstockentwicklung (Nettozunahme aller Völker), (iv) Aufwand an Arbeitszeit. Bei etwa gleicher Volksstärke zu Versuchsbeginn waren die Versuchsvölker bei der letzten Schätzung (13.-17. August) mit 22 241 Bienen (+ 5 183) und 14 841 Brutzellen (+ 4 751) deutlich stärker als die Kontrollvölker (14 925 + 8 839 Bienen, $P = 0,022$; 12 365 + 4 881 Brutzellen, $P = 0,22$). Während der mittlere Anfangsbefall beider Gruppen gleich war, blieb die Befallsentwicklung bei den Versuchsvölkern infolge der Schröpfung erheblich hinter den Kontrollvölkern zurück. Am 12. Juli sowie am 02. August war der *Varroa*-Befall der adulten Bienen jeweils um 88 % geringer ($P = 0,0028$; $P = 0,0015$) und am 20. August um 80 % ($P = 0,002$). Die Nettozunahme der Versuchsvölker war um 12 % (75,16 kg + 14,96) geringer als bei den Kontrollvölkern (85,32 kg + 25,93) ($P = 0,057$). Der Netto-Arbeitszeitaufwand war mit 137 min/Volk in beiden Gruppen gleich. Aus den Versuchsvölkern wurden zusätzlich jeweils 0,5 Ableger produziert.

Study on limiting *Varroa destructor* infestation in bee colonies using a combination of the nucleus

colonies produced and a modified catch comb method

The majority of *Varroa destructor* females remain in the capped brood during the summer. It has been determined in past experiments that the one-off removal of the complete capped brood at the beginning of the swarm season results in an increase of mite infestation which is only 50% of that in colonies where no removal has taken place. The aim of this study was to determine how much this effect could be increased when the remaining uncapped brood was also removed 10 days later. The nucleus colonies were then returned to the mother colony after they had also been examined for the presence of *V. destructor* mites. This was carried out by removing the first capped brood of the young queen twice. The 12 test colonies (*Apis mellifera carnica*) were compared with 12 control colonies from the same apiary. The following were examined: (i) colony development (Liebefelder method), (ii) infestation level of adult bees (Tenside method), (iii) net increase in all colonies, (iv) amount of time spent. With approximately the same colony size at the beginning of the experiment, the test colonies when last assessed (13–17 August) contained 22 241 bees (+ 5 183) and 14 841 brood cells (+ 4 751), and were clearly larger than the control colonies (14 925 + 8 839 bees, $P = 0.022$; 12 365 + 4 881 brood cells, $P = 0.22$). Although the average infestation level of both colonies was the same at the beginning of the experiment, the development of infestation in the test colonies as a result of brood removal was less than that in the control colonies. On 12 July and 02 August, the *V. destructor* infestation of adult bees was 88% less ($P = 0.0028$; $P = 0.0015$), and 80% less ($P = 0.002$) on 20 August. The net increase in the test colonies was 12% less (75.16 kg + 14.96) than that of the control colonies (85.32 kg + 25.93) ($P = 0.057$). The net amount of time spent was 137 min/colony in both groups. From each of the test colonies 0.5 nucleus colonies were produced.

Lutter contre *Varroa destructor* dans les colonies d'abeilles en combinant la formation de nucléi et une méthode modifiée du rayon-piège

La grande majorité des femelles de *Varroa destructor* demeure durant l'été dans les cellules de couvain operculées. Dans le passé, on a démontré que le prélèvement unique de la totalité du couvain operculé au début de la période d'essaimage entraîne une diminution de moitié de l'infestation par les acariens par rapport aux colonies qui ont conservé leur couvain. Nous avons voulu examiner dans quelle mesure cet effet peut être renforcé si on prélève également dix jours plus tard le couvain désoperculé

laissé. Les nucléi, après avoir également été assainis, sont à nouveau réunis avec les colonies mères. Cela se fait en prélevant par deux fois le premier couvain operculé de la jeune reine. Douze colonies (*Apis mellifera carnica*) ont été comparées à 12 colonies témoins du même rucher. Les points suivant ont été étudiés : (i) le développement de la colonie (méthode de Liebefeld), (ii) le degré d'infestation des abeilles adultes (méthode de Tenside), (iii) l'augmentation du poids net de toutes les colonies, (iv) la durée de travail. Pour une même force de colonie au début de l'essai, les colonies expérimentales ont été nettement plus fortes lors de la dernière estimation (13 au 17 août) avec 22 241 abeilles ($\pm 5 183$) et 14 841 cellules de couvain ($\pm 4 751$) que les colonies témoins (14 925 \pm 8 839 abeilles, $P = 0,022$; 12 365 \pm 4 881 cellules de couvain, $P = 0,22$). Alors que l'infestation initiale moyenne des deux groupes a été identique, elle s'est nettement moins développée dans les colonies expérimentales (du fait de l'élimination du couvain) que dans les colonies témoins. Le 12 juillet et le 2 août, l'infestation des abeilles adultes par *V. destructor* a été de 88 % inférieure ($P = 0,0028$; $P = 0,0015$) et le 20 août de 80 % ($P = 0,002$). L'accroissement net des colonies expérimentales a été inférieur de 12 % (75,16 kg \pm 14,96) par rapport aux colonies témoins (85,32 kg \pm 25,93) ($P = 0,057$). La durée nette de travail a été identique dans les deux groupes, à savoir 137 min/colonie. Chaque colonie expérimentale a par ailleurs produit 0,5 nucléi.

19. Der energetische Einfluss von *Varroa*-Milben auf die Honigbienenbrut. E. Schmolz, A. Garedew (Freie Universität Berlin, Institut für Biologie/Zoologie, 14195 Berlin, Germany)

Als Ursache für Missbildungen junger Bienen nach Varroabefall werden virale und bakterielle Sekundärinfektionen angesehen, die von der Milbe als Vektor übertragen werden. Um auch den energetischen Einfluss der Varroamilbe auf ihren Wirt abzuschätzen, wurde die Energetik der Bienenmetamorphose und die Stoffwechsellleistungen von *Varroa destructor* untersucht. Der Energiegehalt und die Energiedichte von Vorpuppen und frisch geschlüpften Arbeiterinnen und Drohnen von *Apis mellifera carnica* wurden verbrennungskalorimetrisch bestimmt. Außerdem wurde die Stoffwechselrate von Varroamilben und Bienenpuppen während der Metamorphose mit einem Batch-Kalorimeter bei 35 °C gemessen. Der Energieverbrauch während der Metamorphose lässt sich verbrennungskalorimetrisch für Drohnen mit 1748 J und für Arbeiterinnen mit 459 J bestimmen. Drohnen haben als Vorpuppe eine höhere Stoffwechselrate (p) und höhere Energiedichte (q) ($p = 2,0 \pm 0,5$ mW/g, $n = 10$; q

= $32,6 \pm 1,2$ J/mg) als Arbeiterinnen ($p = 1,6 \pm 0,4$ mW/g, $n = 11$; $q = 25,0 \pm 1,0$ J/mg). Die Stoffwechselrate von Milben, die auf adulten Arbeiterinnen parasitieren, ist signifikant höher als die von den Milben, die von Bienenbrut stammten (Milben von adulten Arbeiterinnen: $17,4 \pm 1,1$ μ W/g, $n = 5$; Milben von Arbeiterinnenbrut: $14,3 \pm 1,0$ μ W/g, $n = 5$; Milben von Drohnenbrut: $15,6 \pm 1,1$ μ W/g, $n = 5$). Der durch Hungerexperimente berechnete Gewichtsverlust von Milben, die auf Brut parasitieren, beträgt 0,7 mg/d. Der Gesamtgewichtsverlust der Bienenpuppen bei angenommener Parasitierung durch 2 Muttermilben mit jeweils 1 Tochter lässt sich mit 25,7 mg für Arbeiterinnen (Frischgewicht der Vorpuppe: 145 ± 11 mg, $n = 12$) berechnen. Der hohe Gewichtsverlust bei den Bienen und die niedrige Stoffwechselrate der Milben lassen darauf schließen, dass die Milben nur eine geringe Menge der aufgenommenen Nahrungsenergie verwerten können.

The energetic impact of *Varroa destructor* mites on honeybee brood

Viral and bacterial infections vectored by *Varroa destructor* can cause malformations of newly emerging bees. To assess the energetic impact of *V. destructor* on their host, the energetics of bee development and metabolic activities of the mite were investigated. The energy content and energy density of prepupae and freshly hatched workers and drones of *Apis mellifera carnica* were determined with a combustion calorimeter. In addition, metabolic rates of the mites and bee pupae during metamorphosis were recorded by means of a batch calorimeter at 35 °C. The energy density of drone prepupae was significantly higher than worker prepupae (drones 32.6 ± 1.2 J/mg, wet weight 320 ± 26 mg, $n = 10$; workers 25.0 ± 1.0 J/mg, wet weight 145 ± 11 mg, $n = 12$). Energy consumption during metamorphosis determined by combustion calorimetry was 1748 J for drones and 459 J for workers. Drone prepupae exhibited higher metabolic rates (p) and higher energy densities (q) ($p = 2.0 \pm 0.5$ mW/g, $n = 10$; $q = 32.6 \pm 1.2$ J/mg) compared to workers ($p = 1.6 \pm 0.4$ mW/g, $n = 11$; $q = 25.0 \pm 1.0$ J/mg). Metabolic rates of mites that parasitized adult workers was significantly higher than the metabolic rates of mites that parasitized bee brood (mites from adult workers: 17.44 ± 1.11 μ W/g, $n = 5$; mites from worker brood: 14.32 ± 0.96 μ W/g, $n = 5$; mites from drone brood: 15.6 ± 1.09 μ W/g, $n = 5$). The average weight loss of mites, which was determined during starvation experiments, was 0.71 mg/d. Total weight loss of pupae due to parasitization by mites was calculated as 25.7 mg for workers (wet weight of prepupa: 145 ± 11 mg, $n = 12$) assuming an infestation with

mother mites which produce 1 daughter mite each. The high weight loss of the bees and the low metabolic rates of the mites led to the conclusion that mites utilize only a small amount of the energy which they take in as food.

L'impact énergétique de l'acarien *Varroa destructor* sur le couvain d'abeilles

Les infections virales et bactériennes transmises par *Varroa destructor*, qui sert de vecteur, sont mises en cause dans les malformations des abeilles naissantes. Afin d'évaluer l'impact énergétique des acariens *V. destructor* sur leur hôte, le bilan énergétique due au développement des abeilles et les activités métaboliques de *V. destructor* ont été étudiés. La teneur en énergie et la densité en énergie des prénymphe, des ouvrières et des mâles naissants d'*Apis mellifera carnica* ont été déterminées avec un calorimètre à combustion. De plus, l'activité métabolique des acariens et des nymphes d'abeilles durant leur métamorphose a été enregistrée au moyen d'un calorimètre batch à 35 °C. La densité d'énergie des prénymphe de mâles était significativement plus élevée que celle des prénymphe d'ouvrières (mâles $32,6 \pm 1,2$ J/mg, poids humide 320 ± 26 mg, $n = 10$; ouvrières $25,0 \pm 1,0$ J/mg, poids humide 145 ± 11 mg, $n = 12$). La consommation d'énergie pendant la métamorphose peut être déterminée au moyen d'un calorimètre à combustion de 1748 J pour les mâles et de 459 J pour les ouvrières. Les prénymphe de mâles ont présenté des taux métaboliques plus élevés (p) et une densité d'énergie plus forte (q) ($p = 2,0 \pm 0,5$ mW/g, $n = 10$; $q = 32,6 \pm 1,2$ J/mg) que ceux des prénymphe d'ouvrières ($p = 1,6 \pm 0,4$ mW/g, $n = 11$; $q = 25 \pm 1,0$ J/mg). Les taux métaboliques des acariens qui parasitent les ouvrières adultes étaient significativement plus élevés que ceux qui parasitent le couvain (acariens des ouvrières adultes : $17,44 \pm 1,11$ μ W/g, $n = 5$; acariens du couvain : $14,32 \pm 0,96$ μ W/g, $n = 5$). La perte de poids des acariens, déterminée pendant des expériences de jeûne, a été de 0,71 mg/jour. La perte totale de poids des nymphes due au parasitisme par les acariens a été de 25,7 mg pour les ouvrières (poids humide des prénymphe : 145 ± 11 mg, $n = 12$) en admettant une infestation par deux femelles d'acariens produisant une fille chacune. La forte perte de poids des abeilles et le faible taux métabolique des acariens conduisent à la conclusion que les acariens ne peuvent utiliser qu'une petite quantité de l'énergie prélevée pour se nourrir.

20. Identifizierung eines die Reproduktion von *Varroa destructor* unter Laborbedingungen beeinflussenden Semiochemicals. F. Nazi, N.

Milani, G. Della Vedova (DBADP, Udine University, 33100 Udine, Italy)

Die Zahl an Nachkommen von *Varroa destructor* nimmt in mehrfach parasitierten Zellen unter natürlichen und unter Laborbedingungen ab. Frühere Untersuchungen, bei denen künstliche Zellen (Gelatine Kapseln) zur Aufzucht der Milben auf einer *Apis mellifera* Larve verwendet wurden, zeigten, dass Semiochemicals welche die Reproduktion der Milben beeinflussen, in die infizierten Zellen abgegeben werden. Gelatine Kapseln in denen sich eine befallene Bienenlarve entwickelt hatte, wurden mit Hexan extrahiert und der Extrakt zweifach, durch Flüssigkeits- und Complexionschromatographie, fraktioniert. Die Fraktionen wurden ins Innere neuer Gelatine Zellen gegeben, die zur Aufzucht einer Milbe auf einer Bienenlarve verwendet wurden. Die Nachkommen pro Milbe in Zellen, in welche die Fraktion mit den ungesättigten Kohlenwasserstoffen eingebracht wurde, waren um 24 % geringer ($P < 0,05$, sampled randomization Test), als bei Zellen die nur das Lösungsmittel erhalten hatten. In der aktiven Fraktion wurden mehrere Ketten einfach ungesättigter Kohlenwasserstoffe ungerader Länge, von C15 bis C33, mit GC-MS identifiziert; kürzere Alkene (Kettenlänge zwischen 15 und 25 C-Atomen) wurden in höheren Mengen in befallenen Zellen freigesetzt und ihre Effekte auf die Milbenreproduktion wurden deshalb in einem Bioassay untersucht. Fünf Komponenten (C15:1, C17:1, C19:1, C21:1, C23:1) wurden unter Laborbedingungen mit Konzentrationen von 100 ng pro Zelle getestet: eine davon, (Z)-8-Heptadecene, reduzierte die Nachkommen der Milben in den mit dieser Komponente behandelten Kapseln im Mittel um 30 % ($P < 0,01$). Zwei andere Isomere derselben Komponente zeigten keinerlei signifikanten Effekt auf die Milbenreproduktion. Die Identifizierung dieses *Varroa destructor* Reproduktionshemmstoffes könnte eine bessere Interpretation der Variationen der Vermehrungsraten und der Fruchtbarkeit der Milben ermöglichen und könnte dazu führen, diesen Parasiten mit einer neuen Methode zu bekämpfen.

Identification of a semiochemical affecting the reproduction of *Varroa destructor* under laboratory conditions

The number of offspring produced by *Varroa destructor* decreases in cells infested with multiple mites, both under natural and laboratory conditions. Previous research, using artificial cells (gelatin capsules) to rear the mite on an *Apis mellifera* larva, indicated that semiochemicals affecting the reproduction of the mite are released into infested cells. Gelatin capsules in which an infested bee larva

had developed were extracted with hexane and the extract fractionated twice, by means of liquid chromatography and complexation chromatography. Fractions were applied to the interior of new gelatin cells that were used to rear a mite on a bee larva. The offspring per mite in cells treated with the fraction containing the unsaturated hydrocarbons was lower than that in cells treated with the solvent alone by 24% ($P < 0.05$, sampled randomization test). Several odd-chain length monounsaturated hydrocarbons ranging from C15 to C33 were identified by means of GC-MS in the active fraction; shorter alkenes (chain length between 15 and 25 carbon atoms) were released in higher amounts into infested cells and were therefore bioassayed for their effect on mite's reproduction. Five compounds (C15:1, C17:1, C19:1, C21:1, C23:1) were tested under laboratory conditions at a concentration of 100 ng per cell: one of them, (*Z*)-8-heptadecene, reduced the average number of mite offspring reared in capsules treated with this compound by 30% ($P < 0.01$). Two other isomers of the same compound did not show any significant effect on mite's reproduction. The identification of this inhibitor of the reproduction of *V. destructor* could make it possible to better interpret variations in the fertility and fecundity of the mite and may lead to the development of novel methods to control the parasite (supported by the Italian MiPAF, programme A.M.A.).

Identification d'une substance sémi chimique affectant la reproduction de *Varroa destructor* en conditions de laboratoire

Le nombre de descendants produits par *Varroa destructor* diminue dans les cellules infestées, que ce soit en conditions naturelles ou en conditions de laboratoire. Des recherches antérieures, utilisant des cellules artificielles (capsules de gélatine) pour élever l'acarien sur une larve d'abeille, *Apis mellifera*, ont montré que des substances sémi chimiques affectant la reproduction des acariens étaient libérés dans les cellules infestées. Les capsules de gélatine dans lesquelles la larve d'abeille infestée s'est développée ont été extraites à l'hexane et l'extrait a été fractionné deux fois, par chromatographie liquide et chromatographie de complexation. Les fractions ont été déposées à l'intérieur de nouvelles cellules de gélatine utilisées pour élever les acariens sur la larve d'abeille. La descendance par acarien était plus faible de 24 % dans les cellules traitées avec la fraction contenant les hydrocarbures insaturés que dans les cellules traitées avec le solvant seul ($P < 0,05$, test randomisé). Des hydrocarbures monoinsaturés à longue chaîne impaire compris entre C15 à C33 ont été identifiés par GC-MS dans la fraction active ; des alcènes plus courts (longueur de la chaîne entre 15 et

25 atomes de carbones) ont été libérés en grandes quantités dans les cellules infestées et leur effet sur la reproduction des acariens a donc été étudié à l'aide d'un test biologique. Cinq composés (C15:1, C17:1, C19:1, C21:1, C23:1) ont été testés en conditions de laboratoire à la concentration de 100 ng par cellule : l'un d'eux, le (*Z*)-8-heptadécène, a réduit en moyenne de 30 % la descendance des acariens élevés dans les capsules traitées avec ce composé ($P < 0,01$). Deux autres isomères du même composé n'ont montré aucun effet significatif sur la reproduction des acariens. L'identification de cet inhibiteur de la reproduction de *V. destructor* pourrait permettre de mieux interpréter les variations de la fertilité et de la fécondité des acariens et pourrait aboutir au développement de nouvelles méthodes de lutte contre le parasite.

21. Untersuchungen zu den Primorski-Bienen. S. Berg¹, R. Büchler¹, N. Koeniger², S. Fuchs² (¹Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz, Bieneninstitut Kirchhain, 35274 Kirchhain, Germany; ²Institut für Bienenkunde (Polytechnische Gesellschaft) Fachbereich Biologie der J.W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, 61440 Oberursel, Germany)

Untersuchungen zur Befallsentwicklung sollen Aufschluß über die vermeintliche Toleranz der Primorski-Bienen gegenüber *Varroa destructor* geben. Es wurden zuvor akarizid-behandelte Kunstschwärme (1,5 kg) je zur Hälfte mit Primorski (P)- oder Carnica (C)-Königinnen versehen (Versuchsbeginn: 11.05.2001, $n = 14$ pro Gruppe, bzw. 27.06.2001, $n = 8$ pro Gruppe). Die Völker erhielten eine Startinfektion von 104 bis 366 Milben/Volk. Der natürliche Milbentotenfall wurde mit Paraffinöl gefüllten Bodeneinlagen in wöchentlichen Abständen erfasst. Zur Beurteilung der Volksentwicklung erfolgte eine Erfassung der Volksstärke durch Abschätzen der Bienenanzahl und Vermessen der Brutflächen in dreiwöchigen Intervallen. Zur Bestimmung des Milbenbefalls am Versuchsende (01.08.2001, 12.12.2001 bzw. 05.03.2002) wurden die Bienen in Kunstschwärmen mit dem Akarizid K79 behandelt und die vorhandene Brut eingefroren und anschließend ausgewaschen. Während des Sommersversuches (a: 11.05.–01.08.2001) konnte eine geringere Varroazunahme (Verhältnis Endbefall/Startinfektion) bei den P-Völkern gegenüber den C-Völkern beobachtet werden ($1,2 \% \pm 0,5$ gegenüber $2,4 \pm 1,2$ %). Bei längerer Versuchsdauer bis zum Winter bzw. nach der Auswinterung (b: 11.05.2001 bzw. 27.06.2001 bis 12.12.2001 bzw. 05.03.2002) war ein Angleichen der Varroazunahme festzustellen (P: $2,8 \% \pm 2,0$ %; C: $3,2 \% \pm 2,1$ %). In beiden Fällen waren die Unterschiede nicht signifikant (a: Wilcoxon,

$n = 13, P = 0,19$; b: Wilcoxon, $n = 31, P = 0,29$). Als mögliche Ursache für das Angleichen in der Varroa-zunahme kommt die gegenüber C verlängerte Brutphase und somit verlängerte Vermehrungsphase für *Varroa destructor* in später Saison bei P in Betracht. Es war ein signifikant höherer Anteil beschädigter Milben im Varroamilbentotenfall bei den P-Völkern festzustellen ($31,7 \% \pm 7,0 \%$ gegenüber $20,8 \% \pm 7,1 \%$ bei C, Wilcoxon, $n = 44, P < 0,001$). Darüber hinaus wiesen die P-Völker einen tendenziell geringeren Anteil an Brutmilben zum jeweiligen Versuchsende auf (01.08.2001: P/C: $49,7 \% \pm 13,6 / 63,7 \% \pm 13,7 \%$, Wilcoxon, $n = 13, P = 0,295$; 05.03.2002: P/C: $2,5 \% \pm 2,1 \% / 5,9 \% \pm 4,3 \%$, Wilcoxon, $n = 12, P = 0,132$).

Investigation on Primorsky bees

The infestation development of *Varroa destructor* was investigated in Primorsky honeybee colonies to obtain information on tolerance levels. The same number of Primorsky (P) and Carnica (C) queens were introduced into acaricide-treated artificial bee swarms (1.5 kg) (start of the experiment: P: 11.05.2001, $n = 14$ per group; and C: 27.06.2001, $n = 8$ per group). The colonies were artificially infested by 104 to 366 mites/colony. Weekly, the natural mite fall was estimated by using bottom board drawers filled with paraffin oil. To evaluate colony development, comb by comb estimates of the number of bees and comb by comb measurements of the brood were made at 3-week intervals. At the end of the 3 experimental periods (01.08.2001, 12.12.2001 and 05.03.2002 respectively) artificial bee swarms were built and treated with the acaricide K79. Brood combs were frozen and washed out to collect the mites in the brood cells. During the summer testing period (a: 11.05.2001 to 01.08.2001) a small increase in mite population (relationship between the proportion of mites in the final infestation and that at the start of infestation) with P compared to C stocks was observed ($1.2 \pm 0.5\%$ and $2.4 \pm 1.2\%$, respectively). In longer experiments that lasted until winter or overwinter, the increase in mite populations levelled out between the two groups (b: 11.05.2001 or 27.06.2001 to 12.12.2001 or 05.03.2002 respectively; P: $2.8\% \pm 2.0\%$; C: $3.2\% \pm 2.1\%$). In both cases the differences were not significant (a: Wilcoxon, $n = 13, P = 0.19$; b: Wilcoxon, $n = 31, P = 0.29$). A possible cause for the alteration in the level of *Varroa destructor* increase could be the extended breeding period during the late season in P compared to C, resulting in a longer mite reproductive period. A significantly greater percentage of the dead mites collected from the P colonies showed signs of physical damage (P: $31.7\% \pm 7.0\%$ versus C: $20.8\% \pm 7.1\%$; Wilcoxon, $n = 44, P < 0.001$). Furthermore, P

colonies tended to have a smaller proportion of mites in the brood at the end of the respective tests (01.08.2001: P/C: $49.7\% \pm 13.6\% / 63.7\% \pm 13.7\%$; Wilcoxon, $n = 13, P = 0.295$; 05.03.2002: P/C: $2.5 \pm 2.1\% / 5.9 \pm 4.3\%$; Wilcoxon, $n = 12, P = 0.132$).

Étude des abeilles de Primorsky

Les recherches sur le développement de l'infestation doivent fournir des informations sur la prétendue tolérance des abeilles de Primorsky à *Varroa destructor*. Dans un premier temps, des essaims artificiels traités aux acaricides (1,5 kg) ont été pourvus pour moitié de reines de Primorsky (P) et pour moitié de reines de Carnica (C) (début des essais : 11.05.2001, $n = 14$ par groupe, et 27.06.2001, $n = 8$ par groupe). Les colonies ont été infestées initialement par 104 à 366 acariens/colonie. La mortalité naturelle des acariens a été évaluée chaque semaine à l'aide d'un tiroir sur le plancher rempli d'huile de paraffine. Pour évaluer le développement des colonies, la force des colonies a été déterminée en estimant le nombre d'abeilles et en mesurant la surface du couvain toutes les trois semaines. Pour déterminer l'infestation des acariens à la fin des essais (01.08.2001, 12.12.2001 et 05.03.2002), les abeilles des essaims artificiels ont été traitées avec l'acaricide K79, le couvain existant a été congelé, puis lavé. Pendant les essais d'été (a : 11.05.2001–01.08.2001), l'augmentation de *V. destructor* a été plus faible (rapport infestation/ infestation initiale) chez les colonies P que chez les colonies C ($1,2 \% \pm 0,5 \%$ contre $2,4 \% \pm 1,2 \%$). En cas de prolongement des essais jusqu'à l'hiver ou bien après la manipulation de printemps (b : du 11.05.2001 ou 27.06.2001 au 12.12.2001 ou 05.03.2002, respectivement), on constate un nivellement de l'augmentation du nombre d'acariens (P : $2,8 \% \pm 2,0 \%$; C : $3,2 \pm 2,1 \%$). Dans les deux cas, les différences ne sont pas significatives (a : Wilcoxon, $n = 13, P = 0,19$; b : Wilcoxon, $n = 31, P = 0,29$). La cause possible du nivellement de l'augmentation du nombre d'acariens est le prolongement de la phase du couvain chez C par rapport à P, ce qui signifie une phase de multiplication plus longue pour *V. destructor* en fin de saison chez P. Chez P, on observe un pourcentage significativement plus élevé d'acariens mutilés parmi les acariens morts sur le plancher ($31,7 \% \pm 7,0 \%$ contre $20,8 \% \pm 7,1 \%$ chez C, Wilcoxon, $n = 44, P < 0,001$). De plus, les colonies P présentent un pourcentage tendanciellement plus faible d'acariens dans le couvain à chaque fin d'essai (01.08.2001 : P/C : $49,7 \% \pm 13,6 \% / 63,7 \% \pm 13,7 \%$, Wilcoxon, $n = 13, P = 0,295$; 05.03.2002 : P/C : $2,5 \% \pm 2,1 \% / 5,9 \% \pm 4,3 \%$, Wilcoxon, $n = 12, P = 0,132$).

22. Einfluss von Völkerführung, Volksentwicklung und *Varroa*-Befall auf das Auftreten der Varroatose. P. Aumeier¹, O. Boecking², D. Wittmann¹ (¹Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universität Bonn, 53127 Bonn, Germany; ²Niedersächsisches Landesinstitut für Bienenkunde, 29221 Celle, Germany)

Bei Befall mit der Milbe *Varroa destructor* erkrankten Honigbienenvölker (*Apis mellifera*) häufig auch an Sekundärinfektionen. In einem systematischen Vergleich von 75 anfänglich stark (> 1500 Milben) bzw. schwach (< 170 Milben) *V. destructor*-befallenen Völkern 8 verschiedener genetischer Herkünfte wurden von Oktober 1999 bis Oktober 2001 die Wechselwirkungen zwischen Bienen, *Varroa*-Milben und Sekundärinfektionen untersucht. Die Populationsdynamik der Bienenvölker sowie das Auftreten klinischer Krankheitssymptome wurden bei Schätzungen nach der „Liebefelder Methode“ erfasst. Anhand des natürlichen Milbentotenfalls, sowie des Milbenfalls nach Spätsommer-Behandlungen mit Perizin® oder Ameisensäure (Methode MoT und TVlang) wurde die Entwicklung des *Varroa*-Befalls beurteilt. Der *Varroa*-Befall stieg in anfänglich stark infizierten Völkern in beiden Jahren um den Faktor 2, in schwach befallenen Völkern dagegen etwa um den Faktor 20 an, so dass zu Saisonende zwischen den Völkergruppen kaum noch Unterschiede bestanden. Diese dichteabhängige Befallsentwicklung kann zufriedenstellend mit der geringeren Menge an aufgezogener Arbeiterinnen- und insbesondere Drohnenbrut, sowie einem erhöhten Bienenabgang der stärker befallenen Völker erklärt werden. Ca. 60 % der ursprünglich stark *Varroa*-infizierten Völker litten am Ausbruch des DWV (Deformed Wing Virus) mit dem Symptom „verkrüppelte Bienen“, während in den zu Beginn schwach infizierten Völkern nur zu 10 % verkrüppelte Bienen beobachtet wurden. Die Unterschiede in der *Varroa*-Befallsentwicklung und in der Anfälligkeit für den Ausbruch des DWV waren nicht herkunftsspezifisch. Finanziell gefördert durch das BLE.

Influence of hive management, population dynamics and *Varroa destructor* infestation on varroatosis

The infestation of honey bee colonies (*Apis mellifera*) with *Varroa destructor* mites is often associated with secondary infections. From October 1999 to October 2001, the interrelations between bees, mites and secondary infections were compared in 75 initially highly (> 1 500 *V. destructor*) or less mite infested (< 170 mites) colonies of 8 genetically different strains. Population dynamics of honey bee

colonies was estimated continuously via the “Liebefeld method”. Clinical symptoms of secondary infections were recorded regularly during this period. The growth of mite populations was estimated from the natural downfall of dead mites and by a census following mite control treatment in late summer with Perizin (or formic acid (the “MoT” and “TVlang” methods). In both years, the level of mite infestation doubled in the initially highly infested colonies. In contrast, the mite populations in less infested colonies increased by up to 20-fold during the bee season. This density-dependent mite population growth in both colony groups can be attributed to a reduced amount of brood, particularly drone brood, raised in the highly infested colonies compared to the less infested colonies, as well as to a higher bee mortality. Clinical symptoms of deformed wing virus (DWV) could be observed in about 60% of the initially highly mite infested colonies, whereas only 10% of the less infested colonies showed DWV symptoms. The differences in the development of *V. destructor* infestation levels and susceptibility to the DWV were found to be independent of the genetic origin of the colonies. This study was supported by the BLE.

Influence sur la varroose de la gestion des ruchers, de la dynamique des colonies et de l'infestation par *Varroa destructor*

Lorsque les colonies d'abeilles (*Apis mellifera*) sont infestées par l'acarier *Varroa destructor*, elles sont souvent également victimes d'infections secondaires. D'octobre 1999 à octobre 2001, nous avons réalisé une comparaison systématique de 75 colonies fortement (> 1500 acariens) et faiblement (< 170 acariens) infestées au départ provenant de 8 origines génétiques différentes et nous avons étudié les interactions entre les abeilles, les acariens et les infections secondaires. La méthode de « Liebefeld » a permis d'estimer la dynamique de population des colonies et l'apparition de symptômes de maladie cliniques. Grâce à la chute naturelle des acariens et à la chute consécutive aux traitements au Périzin® ou à l'acide formique (méthode « MoT » et « TVlang »), on a évalué l'évolution de l'infestation par *V. destructor*. L'infestation par *V. destructor* a doublé dans les colonies initialement fortement infestées au cours des deux années, alors qu'elle a augmenté du facteur 20 dans les colonies faiblement infestées, si bien qu'à la fin de la saison, il n'y avait pratiquement plus de différence entre les colonies. Le développement de la population d'acariens, qui est corrélé avec la densité d'infestation, s'explique par la moindre quantité de couvain d'ouvrières, mais surtout de mâles et par une perte plus importante d'abeilles chez les colonies fortement infestées.

Environ 60 % des colonies fortement infestées au départ ont été affectées par le DWV (Deformed Wing Virus) avec le symptôme « abeilles déformées », alors que seulement 10 % des colonies faiblement infestées ont présenté des « abeilles déformées ». Les différences de développement de l'infestation par *V. destructor* et de sensibilité au virus DWV ne sont pas liées à la provenance. Étude financée par le BLE.

23. Varroatose-Krankheitskomplex: gibt es ein Wechselspiel? O. Boecking¹, P. Aumeier², W. Ritter³, D. Wittmann² (¹Niedersächsische Landesinstitut für Bienenkunde, 29221 Celle, Germany; ²Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde, 53127 Bonn, Germany; ³CVUA-Freiburg, 79108 Freiburg, Germany)

Der Befall von Bienenvölkern mit *Varroa destructor* wird häufig von Sekundär-Infektionen begleitet. Über 2 Jahre wurden verschiedene genetische Bienenherkünfte in Gruppen unterschiedlich stark *Varroa*-befallener Völker (Aumeier et al. in diesem Band) in ihrer Anfälligkeit für verschiedene Sekundärerreger untersucht. Klinische Krankheitssymptome wurden bei den Bienenpopulations-Schätzungen im 21-Tage-Intervall erfasst. Der Viren-Nachweis in Bienen- und Brutproben, die in 14-tägigen Intervallen gezogen wurden, erfolgte mit dem Immundiffusionstest. Puppen wurden durch einen Nadelan Stich verletzt, um subletale Virentiter zu erfassen. Damit sollte, im Vergleich zu *Varroa*-befallenen bzw. unbeeinflussten Puppen, eine Virenreplikation induziert werden. Nur sechs von über 1500 untersuchten Brutproben waren positiv für das Akute Paralyse Virus, das in früheren Untersuchungen in Zusammenhang mit Völkerzusammenbrüchen auftrat. Eine Wechselbeziehung zwischen dem *Varroa*-Befallsgrad und dem klinischen Auftreten von Sackbrut, Kalkbrut oder der Nosematose konnte nicht festgestellt werden. In beiden Jahren verschwanden diese Krankheits-Symptome in der Zeit, in der der *Varroa*-Befall deutlich anstieg. Weder AFB-Sporen noch *Acarapis woodi* konnten nachgewiesen werden. Hoher *Varroa*-Befall führte also nicht zum Auftreten dieser Krankheiten. Bienen mit verkrüppelten Flügeln wurden häufiger in den stärker *Varroa*-befallenen Völkern beobachtet als in schwach befallenen Völkern. Dagegen wurde der Flügeldeformations-Virus nahezu durchgehend und unabhängig vom *Varroa*-Befallsgrad nachgewiesen. Weder der *Varroa*-Befall noch ein Nadelstich in die Bienenpuppe, der den Milbenan Stich simulieren sollte, führte zu einer weiteren Erhöhung des Anteils an Viren-befallener Puppen. In unseren Untersuchungen war damit eine Sekundärerreger-Präsenz in den Bienenvölkern unabhän-

gig vom *Varroa*-Befall und nicht von der genetischen Herkunft der Versuchsvölker beeinflusst. Finanziell gefördert durch die BLE.

Varroatosis-disease complex: is there any inter-relation?

The infestation of honey bee colonies with *Varroa destructor* often is associated with secondary infections. Over 2 years we compared the susceptibility of bee colonies from different genetic origins to secondary infections under different mite infestation levels (Aumeier et al. this volume). Clinical symptoms of secondary infections were documented regularly during the estimations of the bee population dynamics in the colonies. Inapparent virus titers were diagnosed by immunodiffusion based on bee and brood samples that were collected continuously over 14-day intervals. In addition, bee pupae were pierced by the use of a insect needle to induce a virus replication. Acute Paralysis Virus was found in only 6 out of 1500 brood samples. In former investigations, this virus was detected regularly in collapsing colonies. A correlation between the mite infestation level and clinical symptoms of sacbrood, chalkbrood and *Nosema* could not be determined. Clinical symptoms of these diseases disappeared when the *V. destructor* infestation reached its maximum. Neither AFB-spores nor *Acarapis woodi* were found in any colonies. High mite infestation did not lead to the appearance of these diseases. A clear positive correlation was found between the presence of bees with deformed wings and the mite infestation level. In contrast, the Deformed wing virus (DWV) was diagnosed in most bee and brood samples irrespective of the mite infestation level of the bee colony. Neither the infestation level of *V. destructor* nor the experimental piercing of uninfested pupae could increase the proportion of DWV infested pupae. The presence of secondary infection of the bee colonies in these investigations was independent of the mite infestation level and of the genetic origin of the experimental colonies. This study was supported by BLE.

Varroose et complexe de maladies : y-a-t-il une corrélation ?

L'infestation des colonies d'abeilles par *Varroa destructor* est souvent associée à des infections secondaires. Depuis plus de 2 ans, nous comparons la sensibilité des colonies d'abeilles de différentes origines génétiques aux infections secondaires dues à différents niveaux d'infestations par *V. destructor* (Aumeier et al. ce volume). Les symptômes cliniques des infections sont enregistrés lors des estimations de populations d'abeilles dans la colonie tous

les 21 jours. La présence de virus est diagnostiquée par immunodiffusion des échantillons d'abeilles et de couvain prélevés à intervalles de 14 jours. De plus, les nymphes sont piquées à l'aide d'une aiguille à insecte afin d'induire la réplication du virus. Le virus de la paralysie aiguë n'a été trouvé que dans six échantillons de couvain sur 1500. Dans les études antérieures, le virus était détecté régulièrement dans des colonies qui s'effondraient. Aucune corrélation entre le niveau d'infestation de l'acarien et les symptômes cliniques du couvain sacciforme, du couvain plâtré ou de la nosérose n'a été trouvée. Les symptômes cliniques de ces maladies disparaissent au moment où l'infestation par *V. destructor* atteint son maximum. On n'a trouvé des spores de loque américaine ou *Acarapis woodi* dans aucune des colonies. Une forte infestation par *V. destructor* ne conduit pas à l'apparition de ces maladies. Une corrélation positive nette a été trouvée entre la présence d'abeilles qui possèdent des ailes déformées et le niveau d'infestation par *V. destructor*. Au contraire, le virus déformant les ailes (DWV) serait diagnostiqué dans la plupart des échantillons d'abeilles et de couvain, indépendamment du taux d'infestation de la colonie par l'acarien. Ni l'infestation ni la piqûre expérimentale de nymphes non infestées n'augmenteraient la proportion de nymphes infestées par le virus DWV. Dans nos recherches la présence d'infections secondaires des colonies d'abeilles s'est révélée indépendante du niveau d'infestation par *V. destructor* et de l'origine génétique des colonies expérimentales. Étude financée par le BLE.

24. Übertragen Varroa-Milben auch Faulbrut (*Melissococcus pluton*)? G. Kanbar, W. Engels, G. Winkelmann (Zoologisches Institut und Institut für Mikrobiologie, Universität Tübingen, 72076 Tübingen, Germany)

In der verdeckelten Bienenbrut-Zelle wird zunächst die Larve und später die Puppe vom eingedrungenen Milbenweibchen angestochen. Die Stichwunden werden von den Milben bis kurz vor der Imaginalhäutung offen gehalten. Die Stichwunden wurden durch Vitalfärbung mit Trypanblau an lebenden Larven und Puppen sichtbar gemacht. Im Wundbereich fanden sich Bakterien, deren Herkunft und Identität unbekannt waren. Im REM sind bei etwa 15 % der Stichwunden größere Bakterienrasen zu erkennen. Sie wurden mittels Apis-Lab-System identifiziert als *Melissococcus pluton*, den Erreger der Europäischen Faulbrut. Die Bakterien wurden auch auf der Körperoberfläche und vor allem an den Mundwerkzeugen der Milben nachgewiesen. Sie werden offensichtlich beim Anstechen und Saugen auf den Wirt übertragen. Die Produktion des bisher unbekanntes Melissotoxins wurde *in vitro* unter

anaeroben Bedingungen auf einem selektiven Sorbitol-Nährmedium analysiert. Es handelt sich um ein Protein mit ca. 17 kDa Molekulargewicht. Penicillin G und Ampicillin hemmen das Wachstum der Bakterien bei Konzentrationen von 0,1 µg/mL bzw. 0,2 µg/mL. An Wirbeltier-Zelllinien und insbesondere an präparierten Darmzellen von Arbeiterinnenlarven unterschiedlichen Alters wurden Tests zur Toxizität des Faulbrut-Toxins durchgeführt. Die gefundene maximale Empfindlichkeit von Darmzellen aus 6 Tage alten Bienenlarven entspricht dem Zeitpunkt, bei dem infizierte Brut starke klinische Symptome aufweist. Bei *in vitro*-Tests mit Fremdzellen wurden Wirbeltier-Lungenzellen zu 62 % und Blasenepithelzellen zu 12 % geschädigt, *Stylo-nychia lemnae* wurden bei 1,75 mg/mL Toxin im Wasser unbeweglich. Nach bisheriger Lehrmeinung gelangen die Faulbrut-Erreger peroral in die Larve. Unsere Befunde belegen, dass als zweiter Infektionsweg eine Übertragung durch *Varroa*-Milben erfolgen kann.

Do *Varroa destructor* mites transfer European foulbrood (*Melissococcus pluton*)?

Varroa destructor mites that enter a brood cell bite into the host larva and pupa to feed, and keep the wound open until just before the imaginal moult. Wounds on host larvae and pupae were visualized by vital staining with Trypan blue. The presence of bacteria could be seen in and around the site of the wound. Until the present experiment, their identity had not been determined. Scanning electron microscopy of the wound sites showed that about 15% contained large numbers of bacteria. Using the Apis-Lab-System, the bacteria were identified as *Melissococcus pluton*, the causative agent of European foulbrood. Spores of *M. pluton* were also detected on the bodies and, in particular, around the mouthparts of *V. destructor* mites. Bacteria were clearly transferred to honey bee larvae by mites during biting and feeding on the host. The production of *M. pluton's* as yet unknown toxin was examined *in vitro* in a selective sorbitol culture medium under anaerobic conditions. The toxin is an about 17 kDa protein. Penicillin G and ampicillin stop growth of this bacterium at concentrations of 0.1 µg/mL and 0.2 µg/mL respectively. The toxicity of the toxin was tested on vertebrate cell cultures and gut cells of honey bee worker larvae dissected at various ages. Gut cells from 6-day-old larvae were maximally sensitive to the toxin, corresponding with the stage when infected larvae showed clinical disease symptoms. Using *in vitro* tests, 62% of lung cells and 12% of bladder epithelial cells were found to be damaged by the toxin, and *Stylo-nychia lemnae* became immobile at a concentration of 1.75 mg/mL toxin in

aqueous solution. It is commonly accepted that foulbrood spores enter host larvae by oral route. Our results demonstrate the existence of a second route of infection, via *V. destructor* mites.

Varroa destructor transmet-il aussi la loque européenne (*Melissococcus pluton*) ?

Dans la cellule de couvain operculée, la larve puis la nymphe sont piquées par la femelle de *Varroa destructor* qui s'y est introduite. Les piqûres sont maintenues ouvertes par les acariens jusqu'à la mue de l'imago. Les piqûres peuvent être visualisées par coloration au bleu de trypane sur des larves et des nymphes vivantes. Dans la zone des blessures, on trouve des bactéries d'origine et d'identité inconnues. Au REM, on observe un voile bactérien assez important sur 15 % des piqûres. Au moyen d'Apis-Lab-System, les bactéries ont été identifiées comme *Melissococcus pluton*, l'agent pathogène de la loque européenne. Les bactéries ont également été mises en évidence à la surface du corps et, principalement, sur l'appareil buccal des acariens. Elles sont visiblement transmises à l'hôte lors des piqûres et de la succion. La production de la Mélissotoxine, jusque là inconnue, a été analysée in vitro dans des conditions anaérobies sur un milieu de culture sélectif au sorbitol. Il s'agit d'une protéine de poids moléculaire 17 kDa environ. La pénicilline G et l'ampicilline inhibent la croissance des bactéries à des concentrations de 0,1 µg/mL ou 0,2 µg/mL. Des tests de toxicité de la toxine de la loque ont été réalisés sur des lignées cellulaires de vertébrés et, tout particulièrement, sur des cellules intestinales de larves d'ouvrières d'âge différent. La sensibilité maximale des cellules intestinales de larves d'abeilles âgées de 6 jours correspond au moment où le couvain infecté présente des symptômes cliniques importants. Lors des tests in vitro sur des cellules étrangères, 62 % des cellules pulmonaires de vertébrés et 12 % des cellules épithéliales de la vessie ont été endommagées, 1,75 mg/mL de toxine dans l'eau a provoqué l'immobilisation des *Stylonychia lemnae*. Selon la doctrine qui régnait jusqu'à présent, l'agent de la loque pénétrait per os dans la larve. Nos résultats prouvent que l'acarien *V. destructor* peut constituer une deuxième voie d'infection.

25. Milben machen Männer müde... Windkanal-Versuche mit *Varroa*-parasitierten Drohnen. P. Duay, W. Engels (Zoologisches Institut, Universität Tübingen, 72076 Tübingen, Germany)

Die in Deutschland allgemein praktizierte Methode der Entnahme verdeckelter Drohnenbrut als biotechnische Maßnahme der Varroatose-Kontrolle verringert die Zahl der für Paarungsflüge verfügba-

ren Drohnen. Die Mehrzahl der verbleibenden Drohnen ist oftmals hoch parasitiert, ihre Lebenserwartung ist stark reduziert. Insgesamt produzieren Bienenvölker mit stärkerem *Varroa*-Befall weniger Drohnen, die das flugfähige Alter erreichen. Wie groß deren individuelles Flugvermögen tatsächlich ist, wurde noch nicht untersucht. Interessant sind in diesem Zusammenhang nur die relativ gering belasteten Individuen. Wir prüfen in Windkanal-Versuchen daher die Flugleistung von solchen Drohnen, in deren Brutzelle ein oder zwei Milbenweibchen eingedrungen waren. Im Alter von mindestens 12 Tagen wurden insgesamt über 150 Drohnen auf ihre Ausdauer beim Fliegen überprüft. Wir warfen diese Drohnen bei Gegenwind in einen Windkanal aus einem Plexiglasrohr. Die Drohnen mussten bis zur Erschöpfung fliegen. Die Zahl der Zwischenlandungen und die mit einer Stoppuhr gemessene Flugdauer wurde notiert. Beim Leistungstest im Flugkanal kamen, wie erwartet, erhebliche Unterschiede im Flugvermögen gesunder und parasitär belasteter Drohnen zutage. Interessant ist der Befund, dass immerhin jeder dritte Drohn, in dessen Brutzelle nur ein Milbenweibchen eingedrungen war, genau so lange fliegen konnte wie die Kontroll-Drohnen. Vielleicht können einige dieser nur geringfügig geschädigten Drohnen tatsächlich Hochzeitsflüge durchführen. Ob die Orientierung zum Drohnensammelplatz, das Paarungsverhalten, die verfügbare Spermienmenge und andere im Kontext Reproduktion wichtige Parameter „stimmen“, muss in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Mites can tire men: wind tunnel test with *Varroa destructor* parasitized drones

In Germany, the normal biotechnical procedure for reducing *Varroa destructor* infestation levels in honey bee colonies is to "take out drone combs", but this may lead to a reduction in male availability for mating. Moreover, the majority of remaining drones are highly parasitized and their life expectancy is greatly reduced. Thus mites parasitized honey bee colonies produce fewer drones that are able to reach sexual maturity. In this context, evaluation of the individual flight capacity of the remaining slightly parasitized drones is interesting and relevant. We used a wind tunnel to examine the flight performance of mites parasitized drones, and performed the test with sexually mature (at least 12-day old) unparasitized drones and drones parasitized by one or two mites. Drones were launched into the air current produced by a ventilator (4 m/s) in a plexiglass wind tunnel (2.2 m, ø 0.42 m). All insects were tested until exhausted. We recorded their flight and landing times in order to determine real flight duration. As expected, the parasitized drones flew less than the

bees in the control group. However, one-third of the drones parasitized by one mite were able to fly for as long as the unparasitized drones and can be considered potential competitors to unparasitized drones for mating with the queen. Nevertheless, whether these slightly parasitized drones have sufficient sperm and if they are able to orientate to the drone congregation areas and then compete in the pursuit of the queen still has to be verified. These factors should be elucidated in further studies.

Les acariens fatiguent les mâles... Essais dans un tunnel de vol avec des mâles d'abeilles parasités par *Varroa destructor*

En Allemagne, on pratique couramment la méthode d'élimination partielle du couvain de mâles operculé comme une mesure biotechnologique de lutte contre la varroose. Cette méthode diminue le nombre de mâles disponibles pour les vols nuptiaux. La plupart des mâles restants sont souvent fortement parasités, et leur espérance de vie est très réduite. Globalement, les colonies d'abeilles fortement infestées par *Varroa destructor* produisent moins de mâles capables d'atteindre la maturité sexuelle. Leur capacité réelle de vol n'a pas encore été étudiée. Dans ce contexte, seuls les individus relativement peu parasités sont intéressants. Dans le tunnel à vent, nous testons la capacité de vol de ces mâles parasités par une ou deux femelles d'acarien. On a testé l'endurance au vol de plus de 150 mâles âgés d'au moins 12 jours. Dans un tunnel (tube en plexiglas), nous avons lâché ces mâles contre le vent et ils devaient voler jusqu'à épuisement. Le nombre d'« escales » et les durées de vol mesurées à l'aide d'un chronomètre ont été notés. Comme on s'y attendait, ce test de performance a montré des différences considérables entre la capacité de vol des mâles sains et parasités. On note par ailleurs qu'un mâle sur trois, infesté par une seule femelle d'acarien, est capable de voler aussi longtemps que les mâles non parasités. Peut-être, certains de ces mâles, seulement peu handicapés, parviennent réellement à effectuer des vols nuptiaux. D'autres études devront montrer si l'orientation jusqu'au lieu de rassemblement, le comportement d'accouplement, la quantité de spermatozoïdes et d'autres paramètres importants pour la reproduction sont identiques à ceux des mâles non parasités.

26. Populationsentwicklung von *Varroa destructor* bei isoliert aufgestellten Einzelvölkern. M. Renz, P. Rosenkranz (Landesanstalt für Bienenkunde, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany)

Die Versuchsvölker wurden auf einem für Imker nicht zugänglichen Truppenübungsplatz und einer

Versuchsstation als isolierte Einzelvölker bzw. in Gruppen á 3–5 Völker aufgestellt. Die Versuche wurden in den Jahren 2000/2001 und 2001/2002 jeweils von März bis Februar durchgeführt. Insgesamt wurden 16 „Einzelvölker“ und 14 „Gruppenvölker“ ausgewertet. Bei allen Völkern wurden im Abstand von 3 Wochen Brut und Bienen nach der Liebefelder Methode geschätzt sowie der *Varroa*-Befall von Brut- und Bienen-Proben untersucht. Aus den jeweiligen Stichproben wurde der absolute Befall mit *Varroa*-Milben pro Volk berechnet. Die durchschnittliche Population der Versuchsvölker betrug im Sommer über 35 000 Brutzellen und 32 000 Bienen. Der errechnete Ausgangsbefall im März lag zwischen 10 und 650 *Varroa*-Milben. Der Maximalbefall wurde meist im August/ September erreicht und lag zwischen 700 und 46 000 Milben pro Volk. Nach diesem Zeitpunkt nahm der absolute Befall wieder ab. Aufgrund unserer Ergebnisse läßt sich die *Varroa*-Populationsdynamik in zwei Phasen unterteilen: (i) eine exponentielle Wachstumsphase bis zum Zeitpunkt des Maximalbefalls. Die aus der Exponentialfunktion errechneten Vermehrungsfaktoren für ein Untersuchungsintervall (= 3 Wochen) lagen durchschnittlich bei 1,93 für Einzelvölker und 2,16 für Gruppenvölker ($P > 0,05$, *U*-Test, ns); (ii) eine zweite Phase zwischen dem Zeitpunkt des Maximalbefalls und dem Beginn der nächsten Saison, in der die *Varroa*-Population um ca. den Faktor 10 abnimmt. Die Abnahme entspricht in etwa dem Rückgang der Anzahl an Bienen und Brutzellen während dieses Zeitraums. Diese Besonderheiten der *Varroa*-Populationsdynamik müssen bei der Entwicklung von Bekämpfungskonzepten und zukünftigen Arbeiten zur Varroatose-Toleranz berücksichtigt werden.

Population dynamics of *Varroa destructor* in isolated honey bee colonies

Experimental colonies were maintained either as single colonies or in groups of 3–5 colonies at a military training area and at a research station, neither of which were accessible to other beekeepers. Over a two year period, a total of 16 'single colonies' and 14 'grouped colonies' were examined. In all colonies, the number of honey bees and brood cells were evaluated every 3 weeks by the Liebefelder method and samples of bees and brood were analyzed for *Varroa destructor* infestation. During summer, the average population of the experimental colonies was about 35 000 brood cells and 32 000 bees. In March, infestations of between 10 and 650 mites per colony were calculated. The maximum infestation values were recorded in August/ September with 700 to 46 000 mites per colony. After that time, the infestation decreased. Therefore, *V. destructor* population

dynamics can be separated into two distinct phases: (i) an exponential growth phase till the time of maximum infestation. From the exponential function we calculated average growth rates per 3-week intervals of 1.93 for single colonies and 2.16 for group colonies ($P > 0.05$, U -test, ns); (ii) a second phase between the time of maximum infestation and the start of the next spring season. The mite population decreased to about 10% of the maximum population, in accordance with the decrease in the population of bees and brood. This specific course of *V. destructor* population dynamics has to be taken into account for the development of concepts for its treatment and for research in the field of mite tolerance.

La dynamique des populations de *Varroa destructor* dans des colonies d'abeilles isolées

Les colonies expérimentales ont été maintenues soit en colonies seules soit en groupes de 3 à 5 colonies dans une aire militaire et dans une station de recherche, aucun des endroits n'étant accessible aux autres apiculteurs. Pendant une période de deux ans, 16 « colonies seules » (CS) et 14 « colonies en groupe » (CG) ont été étudiées. Dans toutes les colonies, le nombre d'abeilles et de cellules de couvain a été évalué toutes les semaines par la méthode de Liebefeld et l'infestation par l'acarien *Varroa destructor* des échantillons d'abeilles et de couvain a été déterminée. Durant l'été, la population moyenne des colonies expérimentales était d'environ de 35 000 cellules de couvain et de 32 000 abeilles. En mars, on a calculé des infestations de départ comprises entre 10 et 650 acariens par colonie. Les valeurs maximales d'infestation ont été enregistrées en août et septembre avec 700 à 46 000 acariens par colonie. Après cette période, l'infestation a diminué. On peut donc séparer la dynamique des populations de *V. destructor* en deux phases distinctes : (i) une phase de croissance exponentielle jusqu'au maximum d'infestation. À partir de la fonction exponentielle, nous avons calculé les taux de croissance moyens par intervalles de trois semaines : il était de 1,93 pour les CS et de 2,16 pour les CG colonies ($P > 0,05$, Test- U , ns) ; (ii) une seconde phase entre le moment de l'infestation maximum et le début de la saison de printemps suivante, au cours de laquelle la population des acariens diminue environ de 10 % par rapport à la population maximale, ce qui est en accord avec la diminution de la population des abeilles et du couvain. Ces particularités de la dynamique des populations de *V. destructor* doivent être pris en compte dans le développement des concepts de lutte et dans les travaux futurs sur la tolérance à *V. destructor*.

27. Flugdauer *Varroa destructor* befallener Bienenarbeiterinnen (*Apis mellifera*). J. Kralj, S. Fuchs (Institut für Bienenkunde (Polytechnische Gesellschaft), FB Biologie der J.W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, 61440 Oberursel, Germany)

Frühere Untersuchungen hatten gezeigt, dass der Befall von *A. mellifera* mit *V. destructor* bei rückkehrenden Sammlerinnen deutlich geringer war als bei ausfliegenden Sammlerinnen (Fuchs und Kutschker 2000, Pscz. Zesz. Nauk. XLIV, 2000, 199-208). Wir bestätigten dieses Ergebnis in einer erneuten Untersuchung (54 Proben aus 5 Völkern, 102 Milben auf 5553 ausfliegenden Arbeiterinnen, 44 Milben auf 5326 rückkehrenden Arbeiterinnen, $P < 0,001$, Chi^2 -Test). Wir untersuchten, ob der Befall durch die Milben das Flugverhalten der Arbeiterinnen beeinflusst. Ausflugzeit und Rückkehrzeit, Befall und individuelle Kennnummer wurden aus 18 h Videoaufnahmen mit 2 Kameras an dem durchsichtigen Auslaufkanal eines hochbefallenen Beganntungskästchens ermittelt. Der Median der Flugdauer von 71 befallenen Arbeiterinnen war mehr als doppelt so lang wie der von zeitlich nächstliegenden unbefallenen gleich alten Arbeiterinnen (3 min 34 s bzw. 1 min 40 s, $P < 0,001$, Wilcoxon Rangtest für gepaarte Beobachtungen). Von 558 ausfliegenden markierten Arbeiterinnen kehrten 131 während der Versuchszeiten nicht zurück. Von den nicht zurückkehrenden Bienen waren beim Ausflug mehr befallen als bei den zurückkehrenden (33 von 131 bzw. 74 von 427, $P < 0,047$, Chi^2 -Test). Von 74 ausfliegenden befallenen Arbeiterinnen waren 12 bei der Rückkehr unbefallen, von 353 unbefallenen Bienen waren 2 bei der Rückkehr befallen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Befall von Arbeiterinnen durch *V. destructor* das Flugverhalten der Bienen in Richtung längerer Ausflüge beeinflusst. Sie legen nahe, dass dies den Anteil nicht zurückkehrender Arbeiterinnen vergrößert und damit zu einem niedrigeren Befall bei den rückkehrenden Arbeiterinnen beitragen könnte. Die Ergebnisse weisen weiter darauf hin, dass Arbeiterinnen während des Ausfluges Milben verlieren könnten.

Flight duration of worker bees (*Apis mellifera*) infested by *Varroa destructor*

Previous results have shown that infestation with *Varroa destructor* is distinctly lower in foragers returning from flights compared to foragers leaving the hive (Fuchs and Kutschker 2000, Pscz. Zesz. Nauk. XLIV, 2000, 199-208). We repeated the experiment with similar results (54 samples from 5 colonies, 102 mites on 5553 workers leaving the colony, 44 mites on 5326 returning workers, $P < 0.001$, Chi^2 -Test). We investigated whether infestation by

the mite would affect the worker's flight behaviour. Time of departing from and returning to the colony, infestation and individual tag numbers were recorded simultaneously over 18 h using two cameras surveying bee traffic in a transparent tunnel fixed to the flight entrance of a highly infested nucleus colony. Flight duration of 71 infested workers was compared with that of the uninfested same-age workers that flew out at relatively the same time. The median flight duration was more than two times longer in the infested group compared to the uninfested group (3 min 34 s and 1 min 40 s, respectively, $P < 0.001$, Wilcoxon Paired Rank Test). Out of 558 marked out-flying workers, 131 did not return to the observation time. More of the non-returned were infested in comparison to returning workers (33 out of 131 and 74 out of 427, respectively, $P < 0.047$, Chi²-Test). Twelve of 74 departing infested workers were not infested on their return, while 2 of 353 uninfested bees returned infested. The results show that infestation of workers by *V. destructor* altered flight behaviour. Prolonged flights of infested workers might increase the proportion of workers which do not return to the hive and thus might contribute to a lower infestation in workers returning to the hive. Furthermore, the results suggested that workers might eliminate some mites during flights.

La durée de vol des ouvrières (*Apis mellifera*) infestées par *Varroa destructor*

Des résultats précédents ont montré que l'infestation par *Varroa destructor* est nettement plus faible chez les butineuses rentrant de vol que chez les butineuses quittant la ruche (Fuchs et Kutschker, Pscz. Zesz. Nauk. XLIV, 2000, 199-208). Nous avons fait la même expérience et avons trouvé des résultats similaires (54 échantillons provenant de 5 colonies, 102 acariens sur 5553 ouvrières quittant à la ruche, 44 acariens sur 5326 ouvrières rentrant à la ruche, $P < 0,001$, Test Chi²). Nous avons étudié si l'infestation par les acariens pouvait affecter le comportement de vol des ouvrières. Le temps de départ et de retour à la colonie, l'infestation et le numéro des individus marqués ont été enregistrés simultanément pendant 18 h grâce à deux caméras surveillant le trafic des abeilles dans un tunnel transparent fixé à l'entrée de vol d'un nucleus de fécondation fortement infesté. La durée de vol de 71 ouvrières infestées a été comparée à celle d'ouvrières non infestées du même âge commençant leur envol au même moment. La durée médiane de vol a été deux fois plus longue chez les abeilles du groupe infesté que chez celles du groupe non infesté (respectivement 3 min 34 s et 1 min 40 s, $P < 0,001$, Test de Wilcoxon pour échantillons appariés). Sur 558 ouvrières s'envolant marquées, 131 ne sont pas rentrées durant la

durée d'observation et un plus grand nombre de ces ouvrières ne rentrant pas étaient infestées par rapport à celles qui rentraient (respectivement 33 sur 131 et 74 sur 427, $P < 0,047$, Test Chi²). Douze sur 74 ouvrières infestées s'envolant n'étaient plus infestées à leur retour, alors que 2 sur 353 non infestées le sont devenues. Les résultats montrent que l'infestation des ouvrières par *V. destructor* modifie le comportement de vol. Le fait que les ouvrières infestées aient des vols plus longs suggère que l'infestation pourrait augmenter la proportion des ouvrières qui ne rentrent pas à la ruche et que cela pourrait ainsi contribuer à diminuer l'infestation des ouvrières qui rentrent à la ruche. En outre, les résultats suggèrent que les ouvrières pourraient perdre des acariens au cours de leur vol.

28. Reproduktion und Genotyp bei *Varroa destructor* in Brasilien. C. Garrido¹, P. Rosenkranz¹, L.S. Gonçalves² (¹Landesanstalt für Bienenkunde Universität Hohenheim, 70599 Stuttgart, Germany; ²FFCLRP, Universität São Paulo, Ribeirão Preto-SP-Brazil)

In Brasilien sind seit dem Auftreten der *Varroa*-Milbe keinerlei Probleme aufgetreten, Bekämpfungen wurden und werden nicht durchgeführt. Eine Ursache hierfür könnte die geringe Fertilität der *Varroa*-Weibchen in der Arbeiterinnenbrut der afrikanisierten Bienen sein. Daneben wird diskutiert, dass die in Brasilien verbreiteten *Varroa*-Milben überwiegend dem „Japan-Thailand“-Haplotyp (J) angehören, im Gegensatz zu dem in Europa verbreiteten „Korea“-Haplotyp (K). Wir bestimmten in Brasilien die Fertilität von *Varroa*-Weibchen und analysierten anschließend den Haplotyp der nach fertil und infertil getrennten Milben über RFLP. Der Anteil fertiler *Varroa*-Weibchen in einfach befallenen Arbeiterinnenbrutzellen lag bei 80 % ($n = 162$). Dieser Prozentsatz liegt deutlich höher als die in den Jahren 1985–1997 von unserer Arbeitsgruppe ermittelten Durchschnittswerte (53 %). Offensichtlich hat in den letzten Jahren der Anteil fertiler *Varroa*-Weibchen zugenommen. Dies wird durch Arbeiten unserer brasilianischen Kooperationspartner unterstützt (Corrêa-Marques, 2000). Alle untersuchten Milbenweibchen (aus den Staaten São Paulo, Santa Catarina und Rio Grande do Sul) entsprachen dem *V. destructor* K-Typ ($n = 38$). Demnach müssten innerhalb kurzer Zeit die von Anderson und Trueman (2000) als vorherrschend beschriebene J-Milben vollständig durch K-Milben verdrängt worden sein. Durch das Fehlen von J-Milben konnte leider nicht direkt überprüft werden, ob sich die beiden *Varroa*-Haplotypen hinsichtlich Fertilität und Reproduktionsraten unterscheiden. Die nach wie vor stabile Varroatose-Situation in Brasilien spricht dafür, dass

die Varroatose-Toleranz nicht vom Parasiten-Haplo-
typ abhängt. Neu beurteilt werden müssen hingegen
die hierfür verantwortlichen Wirtsfaktoren.

Reproduction and genotype of *Varroa destructor* in Brazil

Since the first occurrence of *Varroa* mites in Brazil, problems with the parasite have not been reported and control has never been necessary. Among other traits, the mites' reduced fertility in worker brood of Africanized Bees has been discussed as an important tolerance factor. Additionally, in Brazil the *Varroa destructor* Japan-Thailand mitochondrial haplotype (J) was the most frequent while in Europe only the Korea haplotype (K) occurs. In Brazil, the fertility of *Varroa* females in singly infested cells was recorded. Fertile and infertile females were sampled separately and analyzed by means of RFLP methods. The portion of fertile mites in worker brood of Africanized honey bees was 80% ($n = 162$). This is a distinctly higher fertility than the average of 53% which has been determined by our group in the years 1985–1997. Obviously, the portion of fertile *Varroa*-females has increased. This is supported by our Brazilian cooperators (Corrêa-Marques, 2000). All analyzed females corresponded to the *V. destructor* Korea haplotype; the Japan-Thailand haplotype was not found ($n = 38$). Therefore, the J-type, described as predominant by Anderson and Trueman (2000), must have been superseded by the K-type. As the J-type was missing completely, the proposed correlation between fertility and haplotype could not be analyzed. The continuing stable host-parasite relationship in Brazil indicates that tolerance against varroosis does not depend on *Varroa* haplotype alone. Further observation and renewed evaluation of the discussed tolerance factors of Africanized honey bees may be necessary.

Reproduction et génotype de *Varroa destructor* au Brésil

L'apparition de la varroose au Brésil n'a causé aucun problème et aucune lutte n'a été menée ni dans le passé ni actuellement contre cette maladie. La moindre fertilité des femelles de *Varroa destructor* dans le couvain d'ouvrières des abeilles africanisées pourrait en être la cause. De plus, les acariens répandus au Brésil appartiennent principalement à l'haplo-
type « Japon-Thaïlande » (J), alors que l'haplo-
type répandu en Europe est celui de « Corée » (K). Nous avons déterminé la fertilité des femelles de *V. destructor* au Brésil. Nous les avons classées en fertiles et infertiles, puis nous avons analysé leur haplo-
type par RFLP. Le taux de femelles fertiles dans

les cellules du couvain d'ouvrières a été de 80 % ($n = 162$). Ce taux est nettement plus élevé que celui que nous avions déterminé entre 1985 et 1997 (53 %). Visiblement, la proportion de femelles fertiles a augmenté ces dernières années. Cette observation est confirmée par nos partenaires brésiliens (Corrêa-Marquez, 2000). Toutes les femelles d'acariens étudiées (des États de São Paulo, Santa Catarina et Rio Grande do Sul) correspondent au type K de *V. destructor* ($n = 38$). Il s'ensuit, qu'en peu de temps, les acariens de type J prédominants, décrits par Anderson et Trueman (2000), ont été complètement supplantés par les acariens du type K. En raison de l'absence d'acariens de type J, nous n'avons malheureusement pas pu vérifier si les deux haplotypes diffèrent par la fertilité et le taux de reproduction. La situation de la varroose continue, cependant, d'être stable au Brésil et indique que la tolérance à *V. destructor* n'est pas liée à l'haplo-
type du parasite. Cependant, d'autres observations et une nouvelle évaluation des facteurs de tolérance des abeilles africanisées seront nécessaires.

29. Beziehung zwischen der Inzucht und Varroa-toleranzmerkmalen bei *Apis mellifera carnica*. K. Bienefeld¹, R. Buehler², D. Ahrens², R. Keller¹ (¹Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf, 16540 Hohen Neuendorf, Germany; ²Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft und Naturschutz–Bienenkunde, 35274 Kirchhain, Germany)

Inzucht beeinträchtigt Leistung, Krankheitsresistenz und Fitness in den meisten Spezies. Ist dies auch bei den Varroatoleranzmerkmalen von Bienenvölkern der Fall? Gegebenfalls beeinträchtigen Inzuchteffekte die Aussagekraft der Erbwertberechnung, die in naher Zukunft begonnen werden soll, so dass Korrekturfaktoren berechnet werden müssten. Die folgenden im Rahmen der Leistungsprüfung erfassten Varroatoleranzmerkmale standen zur Verfügung: Anzahl Milben nach Behandlung $n = 1228$, $\bar{x} = 764$, $s = 1056$; Ausräumrate getöteter Brut $n = 1721$, $\bar{x} = 62,9\%$, $s = 23,6$; Anteil verletzter Milben $n = 609$, $\bar{x} = 35,3\%$, $s = 14,3$. Um die Auswirkung der Inzucht von möglichen Standeffekten sicher trennen zu können, wurden nur Daten von Ständen berücksichtigt, auf denen Völker mit unterschiedlichen Inzuchtkoeffizienten vertreten waren. Die Inzucht von Königinnen und Arbeiterinnen wurde aus den Diagonalelementen der Verwandtschaftsmatrix nach Bienefeld et al. (1989, Apidologie 20: 439-450) berechnet. Bei der Auswertung wurden der Einfluss des Standes und der Inzucht beider Kasten simultan berücksichtigt. Die Ausräumrate gegenüber getöteter Brut zeigte sich signifikant von der Inzucht der Königin ($P = 0,001$) und der Arbeiterinnen ($P = 0,0001$)

beeinträchtigt. Inzucht beider Kasten, im Falle der Königin signifikant ($P = 0,01$), führt auch zu einem geringeren Populationswachstum der Milben. Dieser Effekt dürfte aber nicht durch eine inzuchtbedingte höhere Varroatoleranz verursacht sein, sondern resultiert aus dem geringeren Populationswachstum ingezüchteter Völker. Die daraus resultierenden geringeren Varroazahlen der ingezüchteten Völker sind demnach eher Ausdruck eines Handikaps. Die Verletzungsrate der Milben zeigte sich zwar tendenziell, aber – möglicherweise durch den deutlich kleineren Datensatz bei diesem Merkmal bedingt – nicht signifikant von der Inzucht der Bienen beeinflusst.

Relationship between inbreeding and characteristics of *Varroa destructor* tolerance in *Apis mellifera carnica*

Inbreeding has a negative effect on performance, resistance to disease and fitness in most species. We therefore questioned whether this was also the case for *Varroa destructor* tolerance characteristics in bee colonies, and if so, whether the effect of inbreeding on the expression of characteristics might impair the reliability of genetic evaluation (to be carried out in the near future) with the consequent calculation of adjusting factors. The following characteristics of *V. destructor* tolerance were recorded during a performance test: (i) number of mites after treatment: $n = 1228$, $\bar{x} = 764$, $s = 1056$; (ii) removal of killed brood: $n = 1721$, $\bar{x} = 62,9\%$, $s = 23,6$; proportion of injured mites: $n = 609$, $\bar{x} = 35,3\%$, $s = 14,3$. To effectively differentiate between the effects of inbreeding and possible environmental effects, only data from bee yards were used, where colonies with different inbreeding coefficients were present. Inbreeding of queens and average worker bees was calculated from the diagonal elements of the relationship matrix according to Bienenfeld et al. (1989, *Apidologie* 20: 439-450). The analysis simultaneously considered the influence of the bee yard and the inbreeding between both castes. The removal of killed brood was significantly affected by inbreeding between the queens ($P = 0,001$) and workers ($P = 0,0001$). Inbreeding in both castes was significant in the case of the queens ($P = 0,01$), and resulted in lower mite population growth. This effect was not necessarily due to higher *Varroa* tolerance caused by inbreeding, but was a result of low population growth in the inbred colonies. The resulting lower numbers of mites in the inbred colonies are thus more likely to be the expression of a handicap. Inbreeding in bees tends to influence the injury rate of mites but it is not significant, possibly due to the relatively small database for this characteristic.

Relation entre la consanguinité et les caractères de tolérance à *Varroa destructor* chez *Apis mellifera carnica*

Chez la plupart des espèces, la consanguinité diminue la performance, la résistance aux maladies et la robustesse. Est-ce également le cas pour les caractéristiques de tolérance à *Varroa destructor* chez les colonies d'abeilles ? Il se peut que les effets de consanguinité affectent l'expression de la valeur génétique dont le calcul doit être entrepris prochainement, de sorte qu'il faudrait calculer des facteurs de correction. Nous avons disposé des caractéristiques de tolérance à *V. destructor* énumérées ci-après et obtenues dans le cadre de tests de performance : nombre d'acariens après traitement : $n = 1228$, $\bar{x} = 764$, $s = 1056$; taux d'élimination du couvain mort : $n = 1721$, $\bar{x} = 62,9\%$, $s = 23,6$; nombre d'acariens mutilés : $n = 609$, $\bar{x} = 35,3\%$, $s = 14,3$. Afin de différencier clairement l'effet de consanguinité d'un éventuel effet de rucher, seules les données de rucher dans lesquels se trouvent des colonies présentant différents coefficients de consanguinité ont été sélectionnées. Les éléments diagonaux de la matrice de parenté selon Bienenfeld et al. (1989, *Apidologie* 20: 439-450) ont permis de calculer la consanguinité des reines et des ouvrières. L'exploitation a tenu compte simultanément de l'influence du rucher et de la consanguinité des deux castes. Le taux d'élimination du couvain mort est affecté significativement par la consanguinité de la reine ($P = 0,001$) et des ouvrières ($P = 0,0001$). La consanguinité des deux castes, significative dans le cas de la reine ($P = 0,01$), entraîne également un moindre accroissement de la population d'acariens. Toutefois, cet effet ne résulte probablement pas d'une meilleure tolérance à *V. destructor*, due à la consanguinité, mais plutôt de la croissance moins importante de la population des colonies consanguines. Par conséquent, le nombre moins important d'acariens dans les colonies consanguines est plutôt l'expression d'un handicap. La consanguinité des abeilles tend à influencer le taux d'acariens mutilés, mais pas significativement, peut-être en raison de la base de données relativement peu importante pour cette caractéristique.

30. Überlebenstest ohne *Varroa*-Behandlung – das Inselprojekt in Kroatien. R. Büchler¹, S. Berg¹, N. Kezic², H. Pechhacker³, J. van Praagh⁴, D. Bubalo², W. Ritter⁵, K. Bienenfeld⁶ (¹HDLGN, Bieneninstitut Kirchhain, 35274 Kirchhain, Germany; ²Faculty of Agriculture, University of Zagreb, 10000 Zagreb Croatia; ³Institut für Bienenkunde, 3293 Lunz am See, Austria; ⁴Niedersächsische Landesinstitut für Bienenkunde, 29221 Celle, Germany; ⁵Chemisches Veterinäruntersuchungsgesamt,

79108 Freiburg, Germany; ⁶Länderinstitut für Bienenkunde, 16540 Hohen Neuendorf, Germany)

Zur Beurteilung ihrer Toleranz gegenüber *Varroa destructor* Befall sind die Überlebensfähigkeit, die Volks- und Befallsentwicklung sowie bestimmte Toleranzparameter von 13 *Apis mellifera* Herkünften auf einer isolierten Insel in der kroatischen Adria geprüft worden. Von 117 im Mai 2000 etablierten und künstlich infizierten Kunstschwärmen konnten 20 bis Februar 2002 überleben. Die Überlebensraten der verschiedenen Herkünfte variierten zwischen 0 und 66 % mit deutlichen Unterschieden im zeitlichen Sterbeverlauf. Eine wesentliche Ursache hierfür ist in der unterschiedlichen Volksstärke der Herkünfte zu suchen (ermittelt am 04.10.2000 Kruskal-Wallis, $P = 0,012$), wobei häufige starke Winde und extrem trocken-heiße Sommer generell die Volksentwicklung auf der Insel begrenzen. Bereits Monate vor dem Absterben der jeweiligen Völker war ein deutlicher Anstieg des natürlichen Milbenabfalls bezogen auf die Volksstärke zu beobachten. Die Befallswerte der überlebenden Völker stiegen langsamer an und waren phasenweise sogar rückläufig. Die Herkünfte unterschieden sich deutlich in ihrer Bruthygiene (Pintest Methode, Kruskal-Wallis, $P = 0,022$). Alle untersuchten Toleranzparameter zeigen zwar tendenziell, jedoch in keinem Fall signifikant gesichert, negative Korrelationen zum Milbenbefall der Völker (Anteil infertiler Brutmilben: $n = 114$, $r = -0,355$, $P = 0,059$; Pintest: $n = 114$, $r = -0,104$, $P = 0,358$; Anteil beschädigter Milben: $n = 114$, $r = -0,061$, $P = 0,673$).

Survival test without treatment against varroaosis – the island project in Croatia

The tolerance of 13 *Apis mellifera* strains to *Varroa destructor* was tested on an isolated island in the Croatian Adriatic sea. Tolerance was estimated by measuring colony survival, population-dynamics, infestation rates and certain tolerance-parameters. Out of 117 artificially infested swarms established in May 2000, 20 colonies survived until February 2002. The survival rate of the different strains varied between 0 and 66% and clear differences in the mortality evolution were noted. There were significant differences in the average population size of the strains (Kruskal-Wallis, $P = 0.012$), although frequent and strong winds and an extremely hot and dry climate during summer generally limit colony population development on the island. Month before the colonies died, a significant increase in the natural mite fall relative to the population size was observed. The infestation parameters of the surviving colonies showed a lower rate of increase or even a decrease in certain periods. The

strains differed in hygienic behaviour assayed by the pin test method (Kruskal-Wallis, $P = 0.022$). All tested tolerance parameters showed a negative, but insignificant correlation with the mite infestation of the colonies (number of infertile brood mites: $n = 114$, $r = -0.355$, $P = 0.059$; amount of dead brood removed by hygienic behaviour: $n = 114$, $r = -0.104$, $P = 0.358$; number of damaged mites: $n = 114$, $r = -0.061$, $P = 0.673$).

Test de survie sans traitement contre la varroose – le projet insulaire en Croatie

Pour estimer leur tolérance à *Varroa destructor*, la survie, la dynamique des populations, les niveaux d'infestations ainsi que certains paramètres de tolérance de 13 souches d'*Apis mellifera* ont été testées sur une île isolée dans la mer adriatique de Croatie. Sur 117 essaims infestés artificiellement en mai 2000, 20 colonies ont survécu jusqu'en février 2002. Le taux de survie des différentes souches a varié entre 0 et 66 % avec de nettes différences au cours de la mortalité. Ceci est principalement dû au fait que les populations étaient de force différente selon les souches (déterminé le 10.04.2000 Kruskal-Wallis, $P = 0,012$), bien que la forte fréquence des vents fréquemment forts et un été extrêmement chaud et sec aient généralement limité le développement des populations sur l'île. Plusieurs mois avant la mort des colonies, une augmentation significative de la mortalité naturelle des acariens en relation avec la taille de la population a été observée. Les paramètres d'infestation des colonies survivantes augmentaient plus lentement ou même régresaient à certaines périodes. Les souches différaient nettement dans leur comportement de nettoyage du couvain (méthode du test de piqûre, Kruskal-Wallis, $P = 0,022$). Tous les paramètres de tolérance testés ont montré une corrélation négative mais non significative avec d'infestations des colonies par les acariens (taux d'acariens infertiles dans le couvain: $n = 114$; $r = -0,335$; $P = 0,059$, test de piqûre: $n = 114$; $r = -0,104$; $P = 0,358$; taux des acariens mutilés: $n = 114$; $r = -0,061$; $P = 0,673$).

31. *Varroa*-Resistenz und *Varro*-Toleranz von Bienenvölkern heimischer Herkunft. G. Liebig, K. Hampel, H. Aarayzou (Landesanstalt für Bienenkunde an der Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany)

Die Beobachtung der Befallsentwicklung unter Berücksichtigung der Volksentwicklung ist für die Beurteilung von *Varroa destructor* Resistenz und -Toleranz besser geeignet als alle indirekten Methoden, da sie sowohl bekannte als auch unbekannte Mechanismen einschließt, die zur Entstehung von

Resistenz oder Toleranz beitragen. Seit 1995 werden in Hohenheim jedes Jahr etwa 60 Völker gezielt auf langsam ansteigenden *Varroa*-Befall bei vergleichbarer Volksentwicklung untersucht. Die Volksentwicklung wird von März bis Oktober durch regelmäßige Populationsschätzungen nach der Liebefelder Methode erfasst. Zur Beschreibung der Befallsentwicklung werden ständig Bienen- und Brutproben entnommen und der natürliche Milbenfall verfolgt. Eine *Varroa*-Behandlung mit Ameisensäure und Oxalsäure erfolgt nur, wenn der *Varroa*-Befall die Schadensschwellen (Liebig, 2001, Apidologie 32, 482-484) überschreitet und massive Krankheitssymptome auftreten. Von den Völkern, die am längsten ohne *Varroa*-Behandlung überdauern, werden Königinnen nachgezogen. Diese werden nach Standbegattung in Jungvölker eingeweiselt, die wie die Muttervölker ohne Behandlung geführt werden und bis zum „bitteren Ende“ unter genauer Beobachtung stehen. Im Juni 2000 wurde ein Resistenztest mit 20 Jungvölkern begonnen, deren standbegattete Königinnen von einem Volk abstammten, das drei Jahre ohne *Varroa*-Behandlung überlebt hatte. Die Völker wurden im Oktober 2000 mit durchschnittlich 1 000 *Varroa*-Milben eingewintert. Achtzehn Völker überlebten den ersten Winter und wurden im Sommer zwischen 8 000 und 50 000 Bienen stark. Von März bis Oktober 2001 zogen sie insgesamt zwischen 50 000 und 230 000 Arbeiterinnen auf. Die Honigertrag lag zwischen 6 und 99 kg pro Volk und war mit der Volksstärke korreliert. Der *Varroa*-Befall im Herbst schwankte zwischen 1 000 und 9 000 Milben. In drei Völkern mit überdurchschnittlicher Entwicklung und Honigleistung war er in 2001 nicht oder nur wenig angestiegen. Vier stark befallene Völker starben im zweiten Winter. Auch in Bienenvölkern heimischer Herkunft steckt ein Resistenz- und Toleranzpotential gegen die *Varroa*-Milbe.

***Varroa* resistance and tolerance of native honey bee colonies**

To assess resistance or tolerance of *Apis mellifera* against *Varroa destructor* mites, it is better to assess population growth of the mites and population dynamics of honey bee colonies rather than using indirect methods which may not include unknown mechanisms of resistance or tolerance. Accordingly, each year since 1995 in Hohenheim about 60 colonies have been checked for slowly increasing mite infestation levels in colonies with similar population dynamics. Population dynamics of honey bee colonies were estimated continuously from March to October by the use of the Liebefeld method. The growth of the mite populations was recorded by periodically taking bee and brood samples

and recording the natural mite fall. Treatments with formic acid and oxalic acid were carried out only when the mite infestation exceeded the damage thresholds (Liebig, 2001, Apidologie 32, 482-484) and massive symptoms of disease were observed. Queens were reared from colonies which survived longest without treatment. They were naturally mated at the apiary and introduced into untreated nucleus colonies, and were observed until they died. In June 2000 a test for resistance was initiated with 20 nuclei, whose queens originated from one colony that had survived for three years without any *V. destructor* treatment. In October 2000, the colonies had an average of 1 000 mites. Eighteen colonies overwintered and reached between 8 000 and 50 000 bees in summer. From March to October 2001 they reared between 50 000 and 230 000 workers. Honey yields ranged from 6 to 99 kg per colony and were correlated with colony strengths. The mite infestation in autumn ranged from 1 000 to 9 000 mites. In 2001, three colonies showed an above-average population development and honey yield but no or only low increase in mite infestation. Four heavily infested colonies died in the second winter. Thus, there is a potential of resistance and tolerance against *V. destructor* in native bee colonies.

Résistance et tolérance à *Varroa destructor* des colonies d'abeilles locales

Pour évaluer la résistance ou la tolérance à l'acarien *Varroa destructor*, il est préférable de considérer la croissance de la population de l'acarien et la dynamique des populations des colonies d'abeilles plus que l'utilisation de méthodes indirectes, qui ne prennent pas en compte les mécanismes de résistance ou de tolérance. En conséquence, chaque année depuis 1995 à Hohenheim, la faible augmentation du taux d'infestation par *V. destructor* a été suivie dans environ 60 colonies ayant un développement comparable. Les évaluations de populations d'abeilles ont été estimées de façon continue de mars à octobre selon la méthode de Liebefeld. La croissance des populations d'acariens a été suivie en prélevant périodiquement des échantillons d'abeilles et de couvain et en notant la mortalité naturelle des acariens. Les traitements aux acides formique et oxalique n'ont été réalisés que lorsque l'infestation par *V. destructor* dépassait le seuil de dégât (Liebig, 2001, Apidologie 32, 482-484) et que des symptômes importants de maladies étaient observés. Les reines ont été élevées à partir des colonies qui ont survécues le plus longtemps sans traitement. Elles se sont accouplées naturellement au rucher et ont été introduites dans des nuclei, qui n'ont pas été traités mais observés jusqu'à ce qu'ils meurent. En juin 2000, un test de

résistance a commencé sur 20 nuclei, dont les reines provenaient d'une colonie qui avait survécu pendant trois ans sans traitement contre la varroose. En octobre 2000, les colonies possédaient une moyenne de 1 000 acariens, 18 colonies avaient passées l'hiver et comportaient entre 8 000 et 50 000 abeilles l'été suivant. De mars à octobre 2001, elles atteignaient entre 50 000 et 230 000 ouvrières. La production de miel a été comprise entre 6 et 99 kg par colonie et était corrélée avec la taille de la colonie. L'infestation *V. destructor* en automne se situait entre 1 000 et 9 000 acariens. En 2001, trois colonies ont présenté un développement et une production de miel au dessus de la moyenne mais aucune ou seulement une faible augmentation de l'infestation par *V. destructor*. Quatre colonies fortement infestées sont mortes dans leur deuxième hiver. Il existe donc naturellement un potentiel de résistance et de tolérance à l'acarien *Varroa destructor* aussi dans les colonies locales.

32. Die Thoraxtemperaturen von Honigbienen innerhalb von Wabenzellen. B.M. Kleinhenz¹, B. Bujok¹, S. Fuchs², J. Tautz¹ (¹LS für Zoologie 2, 97074 Würzburg, Germany; ²Institut für Bienenkunde, J.-W. Goethe Univ. Frankfurt am Main, 61440 Oberursel, Germany)

Honigbienen halten die Brutnesttemperatur bei 33–36 °C. Brutwärmende Arbeiterinnen sitzen bewegungslos auf den Brutzelldeckeln (Esch 1960, Z. Vgl. Physiol. 43, 305–335). Eine Beteiligung von Zellenbesuchern am Brutwärmen wurde aus auffälligen Temperaturschüben unmittelbar vor und aus Nettoerwärmungen während lang dauernder Zellbesuche (2–34 min) im Brutbereich geschlossen (Kleinhenz et al. 2001, Apidologie 32, 501–502). In der vorliegenden Arbeit werden diese Schlußfolgerungen bestätigt durch direkte und kontinuierliche thermographische Beobachtung (Radiance PM, $e = 0,97$) von Bienen während lang dauernder Zellbesuche (3 leere Zellen neben verdeckelten Puppenzellen) in einem speziellen Stock, bei dem das Innere von Wabenzellen und Zellen-besuchende Bienen seitlich beobachtet werden konnten (Beobachtungsdauer 130 min, $T_{Raum} = 23,1 \pm 0,3$ °C, $T_{Stock} = 33,2 \pm 0,6$ °C, Messung der Thoraxtemperatur T_{th} in 15 s Abständen, $n = 16$ Bienen mit Besuchsdauern von 2 bis 63 min). Arbeitende und Zellputzende Bienen ($n = 3$, T_{th} von $34,2 \pm 0,7$ °C bis $35,7 \pm 0,9$ °C, Besuchsdauern 6 bis 12 min) zeigten häufige Drehbewegungen, kauende Mandibelbewegungen und zahlreiche kurze Unterbrechungen des Zellbesuchs. Bewegungslose Bienen waren entweder ruhend ($n = 5$, T_{th} von $32,7 \pm 0,1$ °C bis $33,4 \pm 0,3$ °C, 5 bis 15 min) oder sie betätigten sich als Wärmeproduzenten mit wiederholten Tempera-

turschüben ($n = 8$, $T_{th} > T_{Stock}$, $36,0 \pm 0,7$ °C bis $40,6 \pm 0,9$ °C, 3 bis 63 min). Die Atembewegungen (abdominales Pumpen) dieser Bienen waren entweder schnell und kontinuierlich (bei heizenden Bienen) oder diskontinuierlich mit langen Pausen bis 58 s (bei ruhenden Bienen).

The thorax temperatures of honeybees inside comb cells

honey bees maintain the broodnest temperature at 33–36 °C. Brood-incubating workers sit motionless on brood caps (Esch 1960, Z. Vgl. Physiol. 43, 305–335). The participation of cell visitors in brood incubation was determined from conspicuous temperature bursts immediately before cell visits, and from net warmings during long lasting cell visits (2–34 min) within the brood area (Kleinhenz et al. 2001, Apidologie 32, 501–502). In the present work, these conclusions were confirmed by direct and continuous thermographic observation (Radiance PM, $e = 0.97$) of bees during long lasting cell visits (3 empty cells adjacent to sealed pupa cells) in a special hive which allowed for observation of the interior of comb cells and cell-visiting bees from the side (observation period 130 min, $T_{room} = 23.1 \pm 0.3$ °C, $T_{hive} = 33.2 \pm 0.6$ °C, measurement of thorax temperature T_{th} in 15 s intervals, $n = 16$ bees with visit durations from 2 to 63 min). Working and cell cleaning bees ($n = 3$, T_{th} from 34.2 ± 0.7 °C to 35.7 ± 0.9 °C, visit durations 6 to 12 min) often showed turning movements, chewing mandible movements and numerous short interruptions of the cell visit. Motionless bees were either resting ($n = 5$, T_{th} from 32.7 ± 0.1 °C to 33.4 ± 0.3 °C, 5 to 15 min) or they were engaged as heat producers with repeated temperature bursts ($n = 8$, $T_{th} > T_{hive}$, 36.0 ± 0.7 °C to 40.6 ± 0.9 °C, 3 to 63 min). The respiratory movements (abdominal pumping) of these bees were either fast and continuous (in heating bees) or discontinuous with long breaks up to 58 s (in resting bees).

Les températures du thorax des abeilles domestiques à l'intérieur des cellules

Les abeilles maintiennent la température du nid du couvain entre 33 et 36 °C. Les ouvrières qui incubent le couvain restent immobiles sur les opercules des cellules (Esch 1960, Z. Vgl. Physiol. 43, 305–335). On a déduit la participation des visiteuses de cellules à l'incubation du couvain à partir des poussées de températures spectaculaires immédiatement avant, et des réchauffements nets durant les visites de cellules de longue durée (2–34 min) dans le nid à couvain (Kleinhenz et al. 2001, Apidologie 32, 501–502). Dans cette étude, ces conclusions sont

confirmées par une observation thermographique directe et continue (rayonnement PM, $e = 0,97$) des abeilles durant les visites de cellules de longue durée (3 cellules vides adjacentes à des cellules de nymphes operculées) dans une ruche spéciale qui permet d'observer latéralement l'intérieur des cellules d'un rayon ainsi que les abeilles qui visitent les cellules (temps d'observation 130 min, $T_{\text{pièce}} = 23,1 \pm 0,3$ °C, $T_{\text{ruche}} = 33,2 \pm 0,6$ °C, mesure de la température du thorax T_{th} à intervalles de 15 s, $n = 16$ abeilles avec des durées des visites de 2 à 63 min). Les abeilles travailleuses et nettoyeuses de cellules ($n = 3$, T_{th} de $34,2 \pm 0,7$ °C à $35,7 \pm 0,9$ °C, durées des visites de 6 à 12 min) présentaient souvent des mouvements circulaires, des mouvements de mastication des mandibules et des interruptions de visites de cellules nombreuses et courtes. Les abeilles immobiles étaient soit au repos ($n = 5$, T_{th} de $32,7 \pm 0,1$ °C à $33,4 \pm 0,3$ °C, pendant 5 à 15 min) soit en train de produire de la chaleur avec des poussées de température répétées ($n = 8$, $T_{\text{th}} > T_{\text{ruche}}$, $36,0 \pm 0,7$ °C à $40,6 \pm 0,9$ °C, pendant 3 à 63 min). Les mouvements respiratoires (pompage abdominal) de ces abeilles étaient soit rapides et continus (abeilles produisant de la chaleur) soit discontinus avec de longues coupures jusqu'à 58 s (abeilles au repos).

33. Beobachtungen zum Brutwärmen von Arbeiterbienen (*Apis mellifera carnica*). B. Bujok¹, M. Kleinhenz¹, S. Fuchs², J. Tautz¹ (¹Zoologie II, 97074 Würzburg, Germany; ²Institut für Bienenkunde, Universität Frankfurt/Main, 61440 Oberursel, Germany)

Arbeiterbienen im Brutbereich wurden dorsal mit einer Infrarotkamera (Radiance PM) und von der Seite mit einer Endoskopkamera beobachtet. Bienen mit hoher Thoraxtemperatur wurden beiseite geschoben, wodurch die Oberflächentemperatur der unter der Biene liegenden Brutdeckel, relativ zur Temperatur benachbarter Brutdeckel, ermittelt werden konnte. Arbeiterinnen mit hoher Thoraxtemperatur (T_{Th}) im Brutbereich drücken sich mit dem Thorax für einige Minuten auf Brutdeckel und verharren in dieser Position. Die Antennenspitzen ruhen dabei entweder unbewegt auf den Brutdeckeln oder werden langsam über die Brutdeckel hin und her bewegt. Mit dem Abdomen werden rasche, kontinuierliche Atembewegungen ausgeführt. Oft verliert ein Hinterbein während des Andrückens den Kontakt zum Untergrund und steht nach hinten ab. Die Brutdeckel erwärmen sich durch das Andrücken des warmen Thorax ($T_{\text{Th}} = 38,1\text{--}42,4$ °C, Mittel $40,5 \pm 1,1$ °C; $n = 36$ Bienen) im Vergleich zu umliegenden nicht unmittelbar gewärmten Brutdeckeln um bis zu $3,2$ °C (Mittel $1,6 \pm 0,7$ °C; $n = 36$ Wärmeabdrücke). Esch (1960, Z. Vergl. Physiol. 43,

305–335) beschrieb bereits Bienen, die bewegungslos mit hoher Thoraxtemperatur im Brutbereich saßen. Wichtig bei diesem Verhalten ist aber vor allem das Andrücken des warmen Thorax auf die Brutdeckel, wodurch Wärme effektiver mittels Konduktion weitergeleitet werden kann. Das Andrücken des Körpers zum Brutwärmen ist auch bei Hummeln (*Bombus* sp.) und Hornissen (*Vespinæ*) beschrieben. Mit den auf den Brutdeckeln aufliegenden Antennenspitzen könnten Informationen über die Brut aufgenommen werden (Lacher 1964, Z. Vergl. Physiol. 48, 587–623).

Observations on honey bee workers incubating brood (*Apis mellifera carnica*)

Honey bee workers in the sealed brood area were observed with an infrared camera (Radiance PM) from above and with an endoscopic system from the side. The observations showed that honeybee workers with high thoracic temperatures (T_{Th}) in the sealed brood area pulled their thoraces down onto the brood cap surface and remain motionless for some minutes. The tips of their antennae remained either motionless, resting on the brood caps or moved slowly back and forth over the brood cap surface. Fast abdominal respiratory movements were also observed. Often one of the hind legs was lifted and held pointing backwards. Bees with high T_{Th} detected by the infrared camera were pushed aside so that the temperature of the brood cap surface which had been in close contact with the bees' thorax could be measured. We found that the brood caps that had been in contact with the warm thorax of the bees ($T_{\text{Th}} = 38.1\text{--}42.4$ °C, mean 40.5 ± 1.1 °C; $n = 36$ bees) were up to 3.2 °C warmer than the surrounding brood caps (mean 1.6 ± 0.7 °C; $n = 36$). It is already known that bees with high T_{Th} in the brood area remain motionless (Esch 1960; Z. Vgl. Physiol., 43: 305–335). However, this observation alone would not explain the increased temperature of the brood cell surface. Heating of the cap can only occur when there is an active contact between the bees' warm thoraces and the brood caps. Close contact between the increased heat of the body and brood has also been described in bumblebees (*Bombus* sp.) and hornets (*Vespinæ*). As already mentioned by Lacher (1964; Z. Vgl. Physiol., 48: 587–623) information on brood temperature can be obtained via the tips of the antennae.

Observation des ouvrières incubant le couvain (*Apis mellifera carnica*)

L'observation des ouvrières est réalisée dans la zone du couvain d'en haut par une caméra infrarouge (Radiance PM) et depuis le côté par une

caméra endoscopique. On pousse les abeilles à température thoracique élevée sur le côté pour pouvoir comparer la température à la surface des opercules de cellules de couvain (OCC) situés sous l'abeille à celles des opercules voisins. Les ouvrières dans la zone du couvain qui ont une température thoracique élevée (T_{Th}) appuient leur thorax pendant quelques minutes sur les opercules du couvain et demeurent dans cette position. Les extrémités des antennes restent soit immobiles, soit balayaient lentement les opercules. L'abdomen effectue des mouvements respiratoires rapides et réguliers. Souvent, l'une des pattes postérieures perd le contact avec le support et s'écarte vers l'arrière. L'augmentation de la température des OCC peut atteindre $3,2\text{ °C}$ (moyenne $1,6 \pm 0,7\text{ °C}$; $n = 36$ abeilles) grâce à la chaleur du thorax ($T_{Th} = 38,1\text{--}42,4\text{ °C}$, moyenne $40,5 \pm 1,1\text{ °C}$; $n = 36$ abeilles) par rapport à la température des opercules voisins non directement réchauffés. Esch (1960, Z. Vgl. Physiol. 43, 305–335) a déjà décrit des abeilles s'immobilisant dans la zone du couvain avec une température thoracique élevée. L'important dans ce comportement est la pression du thorax chaud sur l'opercule de couvain, ce qui permet de conduire plus efficacement la chaleur (par conduction). Ce contact étroit du corps pour réchauffer le couvain a également été observé chez les bourdons (*Bombus* sp.) et les frelons (Vespinae). Lacher (1964, Z. Vgl. Physiol. 48, 587–623) a signalé que les extrémités des antennes reposant sur les opercules pourraient percevoir des informations sur le couvain.

34. Kunst- oder Naturwachs? Alt- oder Jungwaben? Der Einfluß der Wachqualität auf die Entwicklung von Bienenvölkern. J. Ringel (Landesanstalt für Bienenkunde an der Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany)

Bei regelmäßiger Anwendung von fettlöslichen Medikamenten häufen sich Rückstände im Wachs an, die von dort in den Honig übergehen können. Deshalb wird auf dem Markt rückstandsfreies Wachs angeboten. Eine Alternative ist das Kunstwachs Syncera® oder von Rückständen gereinigtes Wachs, das allerdings beim Reinigungsprozess auch einige natürliche Bestandteile verliert. Im Vergleich mit natürlichem Wachs wurde geprüft, wie rasch Mittelwände aus Kunstwachs bzw. gereinigtem Wachs ausgebaut werden und wie sich Jungvölker auf den ausgebauten Waben entwickeln. Außerdem wurde die Entwicklung von Jungvölkern auf jungem und altem mehrfach bebrüteten Wabenbau verglichen, der als Infektionsquelle für Bienen- und Brutkrankheiten gilt. Die Jungvölker wurden im Mai 2001 mit einer mit etwa 1 500 Bienen besetzten Wabe, einer Futterwabe und einer unbegatteten Königin gebildet. Nach der Begattung der Königinnen wurden je 7

Jungvölker mit je 7 Mittelwänden aus Kunstwachs (K), gereinigtem Wachs (G) oder natürlichem Wachs (N) ausgestattet. An einem anderen Standort wurden 8 Jungvölker mit je 7 schwarzen Altwaben und 7 Jungvölker mit je 7 unbrüteten Jungwaben aufgefüllt. Während des Sommers wurde mit Zuckerteig und im September mit Zuckerwasser gefüttert. Die Volksentwicklung wurde durch regelmäßige Populationsmessungen nach der Liebefelder Methode beobachtet. Dabei konnte auch der Ausbau der Mittelwände beurteilt werden. Weder das Material der Mittelwände noch das Wabenalter zeigten einen deutlichen Einfluß auf die Entwicklung der Jungvölker bis zum Herbst oder auf ihre Überwinterung. Die K- und G-Mittelwände wurden zögerlicher ausgebaut als die N-Mittelwände, was jedoch die Volksentwicklung nicht beeinträchtigte. Die K-Völker brüteten im Durchschnitt etwas mehr als die G- und N-Völker, hatten aber im Oktober und März nicht mehr Bienen. Die Völker auf den Jungwaben legten etwas mehr Brut an als die auf den Altwaben, was sich jedoch nicht auf die Volksstärke auswirkte. Allerdings lag der Varroabefall der Jungwabenvölker im Herbst mehr als doppelt so hoch wie der der Altwabenvölker.

Artificial or natural wax? Old or new combs? The influence of the quality of wax on the development of bee colonies

Regular treatment with fat-soluble drugs within bee colonies results in an accumulation of residues in the wax from which can contaminate the honey. An artificial wax called Syncera® and a purified wax could be used as alternatives to the residue-free wax offered in the market. However, the purification process leads to a loss of certain natural components. We determined colony acceptance of sheets of foundation made of natural, artificial or purified wax, respectively, and recorded the development of nucleus colonies hived on these foundations. We also compared the population dynamics of colonies on either new comb or combs used for several years, which are regarded as a source of infection of bee and brood diseases. In May 2001 we composed three groups of seven colonies each with one comb containing 1 500 bees, one comb with stored food and an unmated queen. After the queens were mated, into each colony of each group we put 7 frames containing foundation made of artificial wax (K), purified wax (G) or natural wax (N) respectively. In another location, eight nuclei were given seven old black combs each, and seven nuclei were given seven new combs each. Throughout the summer the colonies were fed sugar fondant. In September they were given sugar water. The population dynamics of honey bee colonies was observed regularly using the Liebefeld

method. During these observations, we also recorded the acceptance of the different types of foundation. Neither the material of the foundation nor the age of the combs influenced the development of the colonies until autumn or their over-wintering. They accepted more N-foundation than K- or G-foundation; however, this did not affect colony development. Although the average number of brood cell in K-colonies exceeded those in G- and N-colonies, K-colonies had no more bees in October or March. The colonies on new combs produced slightly more brood than those on old combs, but this did not influence total colony size. Surprisingly, in autumn the *Varroa destructor* infestation level of colonies with new combs was twice as high as of the colonies equipped with old combs.

Cire artificielle ou naturelle ? Ancien ou nouveau rayon ? Influence de la qualité de la cire sur le développement des colonies d'abeilles

Le traitement régulier avec des médicaments liposolubles entraîne une accumulation de résidus dans la cire, d'où ils peuvent passer dans le miel. Une cire artificielle appelée Syncera® et de la cire purifiée pourraient être une alternative. Cependant, la purification va de paire avec la perte de certains constituants naturels. Nous avons déterminé l'acceptation de feuilles de cire gaufrée faites à partir de cire naturelle, de cire artificielle ou de cire purifiée ainsi que le développement de nucléi sur ces rayons. De plus, nous avons comparé la dynamique des populations des colonies élevées soit sur des rayons neufs, soit sur des rayons utilisés depuis quelques années, qui sont considérés comme source d'infection pour les abeilles et le couvain. En mai 2001, nous avons créé trois groupes de sept colonies comportant chacune un rayon de 1 500 abeilles, un rayon de nourriture et une reine vierge. Après l'accouplement des reines nous avons ajouté aux colonies de chacun des trois groupes sept cires gaufrées faites respectivement de cire artificielle (K), de cire purifiée (G) et de cire naturelle (N). Sur un autre emplacement huit nucléi ont reçu chacun sept vieux cadres noirs et sept autres nucléi chacun sept cadres neufs. Durant tout l'été, les colonies ont été nourries avec du candi. En septembre, elles ont reçu de l'eau sucrée. La dynamique des populations des colonies d'abeilles a été observée régulièrement en utilisant la méthode Liebefeld. À cette occasion, nous avons pu aussi mesurer l'acceptation des cires gaufrées. Ni le matériel des cires gaufrées ni l'âge des rayons n'ont influencé le développement des colonies jusqu'à l'automne ou pendant la période d'hivernage. Elles ont accepté plus de cires gaufrées N que de cires gaufrées K et G, mais cela n'a pas

affecté leur comportement. Bien que les colonies K aient élevé en moyenne plus de couvain que les colonies G et N, elles n'avaient pas plus d'abeilles en octobre ni en mars. Les colonies sur rayons neufs ont produit un peu plus de couvain que celles qui possédaient de vieux rayons, mais cela n'a pas influencé la taille de la colonie. De façon surprenante, en automne, le taux d'infestation par *Varroa destructor* des colonies ayant des rayons neufs était deux fois plus fort que celui des colonies équipées de vieux rayons.

35. Beitrag unterschiedlich alter Arbeiterinnen zur Wärmeproduktion im Brutnest von Bienenvölkern. A. Stabentheiner, H. Kovac (Institut für Zoologie, Universität Graz, 8010 Graz, Austria)

Das Bienenvolk besitzt ein hoch entwickeltes System zur Regulation der Bruttemperatur zwischen 34–35 °C. Wir untersuchten die Frage, ob es auch bei der aktiven Wärmeproduktion wie bei anderen Tätigkeiten im Bienenvolk eine altersabhängige Arbeitsteilung gibt. Frisch geschlüpfte Bienen (*Apis mellifera carnica*) wurden markiert, einem Beobachtungsstock zugesetzt und die Temperaturen der 3 Körperteile Kopf (T_{Caput}), Thorax (T_{Thorax}) und Abdomen (T_{abdomen}) thermografisch bestimmt (FLIR ThermoCam SC2000). Die Temperatur im Versuchslabor (T_{Raum}) wurde zwischen 15 und 34 °C variiert. Die T_{Thorax} lag zwischen 15 und 45 °C. Bei niedriger T_{Raum} war die Streuung der Werte viel größer als bei hoher. Bei der Honigbiene findet die aktive Wärmeproduktion im Thorax, mit Hilfe der Flugmuskulatur statt. Die Differenz zwischen Thorax und Abdomen ($T_{\text{Thorax}} - T_{\text{abdomen}}$) als ein Schätzwert für die aktive Wärmeproduktion streute bei niedriger T_{Raum} stärker, das heißt, die Zahl aktiv heizender Bienen war größer als bei hoher. Der Median war bei 15 °C noch bei allen 6 Altersklassen (2 h-2 d, >2-7 d, >7-12 d, >12-17 d, >17-22 d, >22 d) > 1 °C und sank bei den höheren T_{Raum} unter 1 °C, bei $T_{\text{Raum}} = 34$ °C bis unter 0,2 °C ab ($n = 66-498$). Keine der Altersklassen trat bei allen T_{Raum} durch eine verstärkte oder besonders niedrige Heizleistung hervor. Die jüngste Altersklasse (2 h-2 d) zeichnete sich dadurch aus, daß die maximale Differenz $T_{\text{Thorax}} - T_{\text{abdomen}}$ bei mäßiger bis starker thermischer Belastung ($T_{\text{Raum}} = 30-15$ °C) kleiner war als bei älteren Bienen. In dieser Altersklasse sind es vor allem jene Bienen, die jünger als 12 Stunden sind, die wenig zur aktiven Wärmeproduktion beitragen. Im brütenden Sommervolk beteiligen sich also mit Ausnahme ganz junger Bienen alle Altersklassen annähernd gleichmäßig an der Wärmeproduktion. Gefördert durch den Österreichischen Fonds zur Förderung der wiss. Forschung (FWF).

Contribution of worker bees of different age to active heat production in the brood nest of honeybee colonies

The honeybee colony has a highly developed system to regulate brood nest temperatures between 34–35 °C. We investigated whether there exists an age-dependent division of labour concerning active heat production as found in other activities of a honeybee colony. Freshly emerged bees (*Apis mellifera carnica*) were marked, introduced in an observation hive, and the body surface temperatures of their head (T_{head}), thorax (T_{thorax}) and abdomen (T_{abdomen}) were measured with a thermographic system (FLIR ThermoCam SC2000). The observation hive was placed in a room where the temperature (T_{room}) was changed between 15 and 34 °C (3–4 experiments/ T_{room}). The active heat production of honeybees takes place in their thorax with the flight muscles. The T_{thorax} was in the range between 15 and 34 °C. At low T_{room} the variance of values was much higher than at high temperatures. The difference of $T_{\text{thorax}} - T_{\text{abdomen}}$, as an estimated value for active heat production, varied more at low than at high T_{room} , i.e. the number of bees actively producing heat was greater at low T_{room} . The median difference between all of the 6 classes of age (2 h-2 d, >2-7 d, >7-12 d, >12-17 d, >17-22 d, >22 d) was >1 °C at 15 °C and fell below 1 °C at higher T_{room} . At $T_{\text{room}} = 34$ °C it was below 0.2 °C ($n = 66-498$). None of the age classes showed increased or decreased heat production at all T_{room} . The youngest bees (2 h-2 d) showed a smaller difference of maximum $T_{\text{thorax}} - T_{\text{abdomen}}$ than the older ones at moderate and strong thermal stress ($T_{\text{room}} = 30-15$ °C). In this age class, bees which are younger than 12 hours contribute very little to active heat production. Therefore, with exception of very young bees, all age classes take equally part in endothermic heat production in colonies in the summer when there is brood. Supported by the Austrian Fonds zur Förderung der wiss. Forschung (FWF).

Contribution des ouvrières de différents âges à la production active de chaleur dans le nid à couvain des colonies d'abeilles

La colonie d'abeilles a un système hautement développé pour réguler la température du nid à couvain entre 34 et 35 °C. Nous avons étudié s'il existe une division du travail en fonction de l'âge dans la production active de chaleur comme c'est le cas pour d'autres activités de la colonie d'abeilles. Des abeilles naissantes (*Apis mellifera carnica*) ont été marquées, introduites dans une ruche d'observation, et les températures de la surface du corps de la tête ($T_{\text{tête}}$), du thorax (T_{thorax}) et de l'abdomen (T_{abdomen})

ont été mesurées avec un système thermographique (FLIR ThermoCam SC2000). La ruche d'observation a été placée dans une pièce où la température ($T_{\text{pièce}}$) a varié entre 15 et 34 °C (3–4 expériences/ $T_{\text{pièce}}$). La T_{thorax} était comprise entre 15 et 34 °C. A $T_{\text{pièce}}$ faible la variance des valeurs était beaucoup plus élevée qu'à température élevée. La production active de chaleur par les abeilles avait lieu dans le thorax à l'aide des muscles de vol. La différence de $T_{\text{thorax}} - T_{\text{abdomen}}$, prise comme estimation pour la production active de chaleur, a plus varié à $T_{\text{pièce}}$ faible qu'à $T_{\text{pièce}}$ élevée, c'est à dire que le nombre d'abeilles produisant de la chaleur était plus grand à $T_{\text{pièce}}$ faible. La médiane des six classes d'âges (2 h-2 j, >2-7 j, >7-12 j, >12-17 j, >17-22 j, >22 j) était ≥ 1 °C à 15 °C et tombait en dessous de 1 °C à $T_{\text{pièce}}$ élevée. À $T_{\text{pièce}} = 34$ °C elle était en dessous de 0,2 °C ($n = 66-498$). Aucune classe d'âge n'a montré d'augmentation ni de diminution de la production de chaleur à toutes les $T_{\text{pièce}}$. Les jeunes abeilles (2 h-2 j) ont montré une différence de $T_{\text{thorax}} - T_{\text{abdomen}}$ plus faible que les vieilles à un stress thermique fort et modéré ($T_{\text{pièce}} = 30-15$ °C). Dans cette classe d'âge ce sont les abeilles de moins de 12 h qui ont peu contribué à la production active de chaleur. Ainsi, à l'exception des très jeunes abeilles, dans les colonies d'été qui élèvent du couvain toutes les classes d'âges participent de façon égale à la production endothermique de chaleur. Les études ont été financées par le Fond Autrichien FWF.

36. Beitrag unterschiedlich alter Drohnen zur Wärmeproduktion im Bienenvolk. H. Kovac, A. Stabentheiner (Institut für Zoologie, Universität Graz, 8010 Graz, Austria)

Obwohl bekannt ist, daß sich auch Drohnen bei extremer thermischer Belastung an der Wärmeproduktion beteiligen ist nicht geklärt, ob sie dies auch unter normalen Stockbedingungen tun. Wir untersuchten die Fragen, ob Drohnen auch bei geringer thermischer Belastung des Bienenvolkes aktiv Wärme produzieren und welchen Beitrag verschiedene Altersklassen bei der Wärmeproduktion leisten. Frisch geschlüpfte Drohnen (*Apis mellifera carnica*) wurden markiert, einem Beobachtungsstock zugeetzt und die Temperaturen der 3 Körperteile Kopf (T_{Caput}), Thorax (T_{Thorax}) und Abdomen (T_{Abdomen}) thermografisch bestimmt (FLIR ThermoCam SC2000). Der Beobachtungsstock befand sich in einem Raum, dessen Temperatur (T_{Raum}) zwischen 15 und 34 °C verändert wurde (3–4 Versuche/ T_{Raum}). Die absolute T_{Thorax} variierte abhängig von der Versuchstemperatur relativ stark zwischen 20 °C und mehr als 40 °C ($n = 17-348$), wobei die jüngste Altersgruppe (2 h-2 d) bei $T_{\text{Raum}} = 15, 20$ und 30 °C die höchsten Temperaturen aufwies, da sich diese

Bienen in den wärmsten Stockbereichen befanden. Einen Schätzwert für die Heizleistung der Tiere gibt die Differenz $T_{\text{Thorax}} - T_{\text{Abdomen}}$ an. Lediglich bei Raumtemperaturen bis 20 °C kam es zu größeren Differenzen als 0,3 °C, bei höherer T_{Raum} lag der Median immer darunter. Junge Drohnen (2 h-2 d) unterschieden sich im Median zwar nicht signifikant von den älteren, sie heizten ihren Thorax aber vor allem bei mittlerer und niedriger Raumtemperatur weniger häufig über 1 °C als ältere (0-2 d: 0 %, 3-12 d: 32 %, >12 d: 40 % bei $T_{\text{Raum}} = 15$ °C; 0-2 d: 7 %, 3-12 d: 15 %, >12 d: 27 % bei $T_{\text{Raum}} = 20$ °C). Drohnen leisten also vor allem bei niedrigen Außentemperaturen einen Beitrag zur Wärmeproduktion im Bienenvolk, wobei sich hauptsächlich Tiere, die älter als ca. zwei Tage sind, daran beteiligen. Gefördert durch den Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF).

Contribution of drones of different age to heat production in a honeybee colony

Though it is known that drones contribute to heat production at extreme thermal stress it is unknown whether they do so also under normal thermal conditions in a colony. We investigated, whether drones also contribute to active heat production at moderate or low thermal stress, and what is the contribution of different age classes. Freshly emerged drones (*Apis mellifera carnica*) were marked and introduced into an observation hive. The body surface temperature of their head (T_{head}), thorax (T_{thorax}) and abdomen (T_{abdomen}) was measured with a thermographic system (FLIR ThermoCam SC2000). The observation hive was placed in a room where the air temperature (T_{room}) was varied between 15 and 34 °C (3-4 experiments/ T_{room}). According to the variation in T_{room} the T_{thorax} varied over a broad range, from 20 to more than 40 °C ($n = 17-348$). The youngest drones (2 h-2 d) had the highest T_{thorax} at $T_{\text{room}} = 15$, 20 and 30 °C because they stayed in the warmer regions of the colony (brood nest). The difference of $T_{\text{thorax}} - T_{\text{abdomen}}$ can be used to estimate the contribution to active heat production. Only at T_{room} of up to 20 °C was there a difference greater than 0.3 °C (median). At higher T_{room} the median was always below 0.3 °C. The youngest drones (2 h-2 d) did not differ significantly from the older ones (3 d-12 d, >12 d). However, at moderate and low T_{room} they heated their thorax less frequently by more than 1 °C above abdominal temperature than the older bees (0-2 d: 0 %, 3-12 d: 32 %, >12 d: 40 % at $T_{\text{room}} = 15$ °C; 0-2 d: 7 %, 3-12 d: 15 %, >12 d: 27 % at $T_{\text{room}} = 20$ °C). In summary, drones contributed to active heat production in a honeybee colony mainly at low ambient temperatures, and it was predominately drones older than 2 days which did so.

Supported by the Austrian Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF).

Contribution des mâles de différents âges à la production de chaleur dans une colonie d'abeilles domestiques

Le fait que les mâles participent à la production de chaleur en cas de stress thermique extrême est connu, en revanche on ne pas sait s'ils font de même dans les conditions thermiques normales de la colonie. Nous avons donc recherché si les mâles contribuaient à la production active de chaleur lorsque la température était moyenne ou faible et quelle était la contribution des différentes classes d'âge. Des mâles (*Apis mellifera carnica*) fraîchement éclos ont été marqués puis introduits dans une ruche d'observation et la température superficielle de la tête ($T_{\text{Tête}}$), du thorax (T_{Thorax}) et de l'abdomen (T_{Abdomen}) a été mesurée par un système thermographique (FLIR ThermoCam SC2000). La ruche d'observation a été placée dans une pièce où la température ($T_{\text{Pièce}}$) a varié entre 15 et 34 °C (3-4 expériences/ $T_{\text{Pièce}}$). La T_{Thorax} a varié, en fonction de la $T_{\text{Pièce}}$, à l'intérieur d'une large fourchette de températures (de 20 °C à plus de 40 °C; $n = 17-348$). Les mâles les plus jeunes (2 h-2 j) avaient les valeurs de T_{Thorax} les plus élevées aux $T_{\text{Pièce}}$ de 15, 20 et 30 °C parce qu'ils restaient dans les parties les plus chaudes de la colonie (nid à couvain). La différence $T_{\text{Thorax}} - T_{\text{Abdomen}}$ peut être utilisée pour estimer la contribution à la production active de chaleur. Jusqu'à la $T_{\text{Pièce}}$ de 20 °C il y avait une différence supérieure à 0,3 °C (médiane). Aux $T_{\text{Pièce}}$ plus élevées la médiane était toujours en dessous de 0,3 °C. Les mâles les plus jeunes (2 h-2 j) ne différaient pas significativement des mâles plus vieux (2 j-12 j, > 12 j). Néanmoins, aux $T_{\text{Pièce}}$ modérées et faibles, ils chauffaient leur thorax moins souvent au-delà de 1 °C que les mâles plus vieux (0-2 j: 0 %; 3-12 j: 32 %; >12 j: 40 % à la $T_{\text{Pièce}}$ de 15 °C; 0-2 j: 7 %; 3-12 j: 15 %; >12 j: 27 % à la $T_{\text{Pièce}}$ de 20 °C). On peut dire en résumé que les mâles contribuent à la production active de chaleur dans une colonie surtout aux faibles températures ambiantes et c'est principalement les mâles de plus de 2 jours qui s'en chargent. Avec le soutien du Fond Autrichien FWF.

37. Der Polleneintrag von vier Unterarten der Honigbiene. P.K. Köppler¹, N. Koeniger¹, G. Vorwohl² (¹Institut für Bienenkunde, 61440 Oberursel, Germany; ²Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany)

In drei Untersuchungsjahren, 1998, 1999 und 2000 wurde der Polleneintrag von vier Unterarten der Honigbiene, *Apis mellifera mellifera*, *A. m. carnica*,

A. m. ligustica und *A. m. capensis*, mittels Pollenfallen am Flugloch der Bienenstöcke vergleichend untersucht. Das Auswahlkriterium für die fünf Standplätze war eine möglichst hohe Diversität an Blütenpflanzen und damit im Pollenangebot. Es ergaben sich 647 Pollenproben (Pollenladungen pro Tag) mit insgesamt 4008,3 g Pollen und 221 verschiedenen Pollentypen. Dabei trug *A. m. mellifera* 174, *A. m. carnica* 164, *A. m. ligustica* 158 und *A. m. capensis* 157 verschiedene Pollentypen ein. Für alle untersuchten Unterarten ließ sich eine polylektische und generalistische Sammelweise ableiten. Die wichtigsten Pollentypen waren *Zea mays*, Brassicaceae, *Castanea sativa*, Asteraceae Typ T und Rosaceae. Wurden alle Pollenproben der Unterarten anhand der relativen Häufigkeiten der Pollentypen zwischen den Unterarten mittels Korrespondenzanalysen verglichen, ergaben sich keine getrennten Cluster der Proben pro Unterart. Somit stimmten die Pollenspektren der Unterarten in ihrer Gesamtheit weitgehend überein. Der Vergleich der relativen Häufigkeiten einzelner Pollentypen (Kruskal und Wallis) führte zu signifikanten Unterschieden zwischen den Unterarten. Asteraceae Typ S wurde häufiger von *A. m. carnica* und *A. m. ligustica* eingetragen. *Cornus* sp., Ericaceae, *Oenothera* sp. und Rosaceae (Kleinform) dienen *A. m. mellifera* häufiger als Pollenquelle. *Datura* sp. wurde neben *A. m. mellifera* von *A. m. capensis* vermehrt ausgebeutet.

The pollen yield of four subspecies of the honey bee

The pollen intake of four subspecies of the honey bee, *Apis mellifera mellifera*, *A. m. carnica*, *A. m. ligustica* and *A. m. capensis*, collected with pollen traps at the entrance of hives in 1998, 1999 and 2000 was compared. The main criterion for choosing the sites was a high diversity in flowering plants as pollen sources. A total of 647 pollen samples (pollenloads per day) were collected with an overall weight of 4008.3 g and 221 different pollen types. In the pollen samples of *A. m. mellifera*, 174 different pollen types were found, in those of *A. m. carnica* 164, in those of *A. m. ligustica* 158 and the samples of *A. m. capensis* consisted of 157 different pollen types. This result showed the typical polylectic and generalistic strategy in the pollen collection of honey bees. The main pollen types were *Zea mays*, Brassicaceae, *Castanea sativa*, Asteraceae type T and Rosaceae. Comparison of the complete pollen spectra by means of correspondence analyses yielded no separated clusters of the pollen samples per honey bee subspecies. However significant differences (Kruskal and Wallis) were found in the relative frequency of single pollen types. Asteraceae

type S was more frequently collected by *A. m. carnica* and *A. m. ligustica*. Pollen of *Cornus* sp., Ericaceae, *Oenothera* sp. and Rosaceae (small form) were predominantly used by *A. m. mellifera*. *Datura* sp. pollen was more often found in pollen samples of *A. m. mellifera* and *A. m. capensis*.

Production de pollen de quatre sous-espèces de l'Abeille domestique

La production de pollen de quatre sous-espèces de l'Abeille domestique, *Apis mellifera mellifera*, *A. carnica*, *A. m. ligustica* et *A. m. capensis*, récoltée avec des trappes à pollen placées à l'entrée des ruches en 1998, 1999 et 2000 est comparée. Le principal critère du choix des sites a été une forte diversité de plantes en fleurs comme source de pollen. Au total 647 échantillons (pelotes de pollen par jour) ont été récoltés représentant un poids global de 4008,3 g et 221 types de pollen différents. On a trouvé 174 types de pollen différents dans les échantillons de pollen d'*A. m. mellifera*, 164 chez *A. m. carnica*, 158 chez *A. m. ligustica* et 157 chez *A. m. capensis*. Ce résultat montre un polylectisme typique et une stratégie polylectique et généraliste typique dans la récolte du pollen. Les principaux types polliniques étaient des pollens de *Zea mays*, de Brassicaceae, de *Castanea sativa*, d'Asteraceae type T et de Rosaceae. La comparaison des spectres polliniques complets à l'aide de l'analyse des correspondances n'a pas fourni de groupes d'échantillons de pollen séparés par sous-espèces d'abeilles. Cependant, des différences significatives (Kruskal et Wallis) ont été trouvées dans la fréquence relative de certains types polliniques. Les Asteraceae de type S ont été plus fréquemment récoltées par *A. m. carnica* et *A. m. ligustica*. Le pollen de *Cornus* sp., celui des Ericaceae, d'*Oenothera* sp., et des Rosaceae (petite forme) a été utilisé principalement par *A. m. mellifera*. Le pollen de *Datura* sp. a été retrouvé plus souvent dans les échantillons de pollen d'*A. m. mellifera* et d'*A. m. capensis*.

38. Der Einfluss von Pollenmangel auf das Brutpflegeverhalten von Ammenbienen. G. B. Blaschon¹, M. Tausz², K. Crailsheim¹ (¹Institut für Zoologie, ²Institut für Pflanzenphysiologie, Universität Graz, 8010 Graz, Austria)

Wir untersuchten den Einfluss von Pollenmangel auf die Entwicklung von Larven und das Brutpflegeverhalten von Ammen (Alter 7–9 Tage). Die Pollenvorräte wurden mit künstlichem Regen (KR) oder einer Pollenfalle (PF) reduziert. Im PF-Versuch wurde zu Beginn der Reduktionsphasen zusätzlich jeweils eine Wabe mit Pollen durch eine leere ersetzt. Jeweils 3 Phasen mit schlechten Sammelbedingungen

(je 5 Tage lang) wechselten mit 3 Phasen mit guten Sammelbedingungen (je 6 Tage lang) ab. Kontrollbeobachtungen wurden jeweils 10 Tage lang bei guten Sammelbedingungen gemacht. Beide Experimente zeigten – obwohl die Pollenvorräte auf unterschiedliche Weise reduziert wurden – dieselbe Tendenz: In beiden Versuchen erreichten wir eine dramatische Pollenreduktion, die sich signifikant von den Kontrollphasen unterschied. Durch die Abnahme der Pollenvorräte sank auch die Anzahl der großen Larven (5 Tage alt). Im Gegensatz dazu konnten bei den kleinen Larven (<5 Tage) keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden. Eine Ursache für diese Abnahme könnte sein, dass während die großen Larven verdeckelt werden, die kleinen Larven, bedingt durch den Pollenmangel, das Großlarvenstadium erst gar nicht erreichen. In beiden Versuchen konnten wir eine positive Korrelation zwischen den Pollenvorräten und den großen Larven erkennen (KR: $r = 0,64$; n.s.; PF: $r = 0,93$, $P = 0,007$). Die Ammenbienen reagierten auf diese Mangelsituation mit einer verminderten Brutpflegedauer und Brutpflegefrequenz pro Beobachtungsstunde. Der Anteil der Ammen pro Beobachtungsstunde, die keine Brutpflege betrieben, stieg ebenfalls an. Wir vermuten, dass durch die geringere Anzahl und Dauer der Fütterungsaktionen auch weniger Ammen bei der Brutpflege beobachtet werden konnten. Bereits nach wenigen Tagen, wenn die Pollenvorräte aufgefüllt waren, normalisierte sich die Situation im Stock wieder, was für die enorme Plastizität im Bienenvolk spricht.

The impact of pollen dearth on the brood care behaviour of nurse bees

We observed the impact of pollen dearth on the development of larvae and the brood care behaviour of nurses (age 7–9 days). By means of either artificial rain (AR) or a pollen trap (PT), the pollen stores decreased steadily. In the PT experiment we additionally replaced a comb filled with pollen by an empty one at the beginning of the pollen trap period. Three periods of bad foraging (5 days each) were alternated with 3 good foraging periods (6 days each). Control observations were made during 10 consecutive days of good foraging conditions. The results of both experiments – although different types of treatment were used to reduce the pollen supply – showed the same tendency: Pollen reserves were diminished drastically and decreased to below the values during the control phases. As a consequence of the decline in pollen stores the number of old larvae (5 d old) strongly decreased, while the amount of small larvae (< 5 d) did not differ significantly from the control period. One reason could be that big larvae were capped, while as a result of the diminished

pollen supply small larvae did not reach the big larvae stage. In general, we found a positive correlation between the number of pollen cells and the amount of old larvae (AR: $r = 0.64$, n.s.; PT: $r = 0.93$, $P = 0.007$). In bad foraging periods the duration and frequency of bouts spent by nurse bees on brood care were reduced per observation hour and a smaller percentage of nurses was found feeding brood. We suppose, that the lower nursing frequency resulted in a smaller number of nurses observed feeding brood, which underlines the enormous plasticity of honeybee workers to react to resource conditions in the hive.

Impact d'une pénurie de pollen sur le comportement de soin au couvain des nourrices

Nous avons observé l'impact d'une faible réserve de pollen sur le développement des larves et le comportement des nourrices entretenant le couvain (âge de 7–9 jours). Au moyen soit d'une pluie artificielle (PA) soit d'une trappe à pollen (TP), on a réduit régulièrement les réserves de pollen. Pour les expériences utilisant les trappes à pollen, nous avons en outre remplacé un rayon rempli de pollen par un rayon vide au début de la période de récolte de pollen. Trois périodes de mauvais butinage (de 5 jours chacun) sont alternées avec trois bonnes périodes de butinage (de 6 jours chacun). Les observations témoins sont réalisées pendant 10 jours consécutifs dans de bonnes conditions de butinage. Bien que différents types de traitements soient utilisés, les résultats des deux expériences visant à réduire les réserves de pollen montrent la même tendance : les réserves de pollen sont réduites de façon drastique et diminuent jusqu'à être en-dessous des valeurs du témoin. En conséquence de la baisse de la quantité de pollen, le nombre de vieilles larves (âgées de 5 jours) diminue fortement, pendant que la quantité de jeunes larves (< 5 jours) ne diffère pas de façon significative de celle de la période témoin. Une cause de cette diminution pourrait être que les grosses larves sont operculées ce qui a pour conséquence de diminuer les réserves de pollen des petites larves qui ne peuvent pas atteindre l'âge adulte. En général, nous avons trouvé une corrélation positive entre le nombre de cellules de pollen et la quantité de vieilles larves (PA : $r = 0,64$; n.s. ; TP : $r = 0,93$; $P = 0,007$). Dans les mauvaises périodes de butinage, la durée et la fréquence que consacrent les nourrices au couvain sont réduites par heure d'observation et le pourcentage de nourrices qui nourrissent le couvain est plus faible. Nous supposons que la faible fréquence de nourrissage conduit à plus petit nombre de nourrices observées en train de nourrir le couvain, ce qui souligne la forte plasticité qu'ont les ouvrières à réagir selon les conditions dans lesquelles se trouve la colonie.

39. Die Wirkung von Angebot und Nachfrage auf den Pollenkonsum von Arbeiterinnen (*Apis mellifera carnica*). N. Hrasnigg (Institut für Zoologie, Universität Graz, 8010 Graz, Austria)

Pollen wird von Arbeiterinnen in unterschiedlicher Menge aufgenommen, wobei als Indikator für den Pollenkonsum einzelner Bienen das Mitteldarm-Trockengewicht herangezogen werden kann. Die konsumierte Pollenmenge hängt vom Alter der Bienen und von der vorhandenen Brutmenge ab (Hrasnigg und Crailsheim, J. Insect Physiol., 1998, 44, 393-404). In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, wie der Pollenkonsum von den Pollenvorräten im Volk und von der sozialen Situation der Arbeiterinnen abhängt. Die Pollenvorräte wurden in einem Volk durch eine Pollenfalle variiert und täglich gemessen. Bei 9 Tage alten Arbeiterinnen, von denen jeden dritten Tag 10 entnommen wurden, konnte eine deutlich positive Korrelation zwischen der Anzahl an Pollenzellen und dem Mitteldarmtrockengewicht (Pollenkonsum) festgestellt werden ($r = 0,75$, $P < 0,01$). Um die Wirkung des sozialen Futterraustausches auf den Pollenkonsum junger Bienen zu untersuchen, wurden frisch geschlüpfte Bienen in Käfige mit einfachem und mit doppeltem Gitter gesperrt, wo sie mit Pollen und Zuckerwasser ad libitum versorgt waren. Die Käfige wurden zwischen offene Brutwaben in Bienenvölker eingehängt. Ein Futterraustausch zu den Stockbienen war nur beim Einfachgitter möglich. Der Pollenkonsum wurde jeden 2. Tag durch Abwiegen der Futtergefäße ermittelt. In den Einfachgitterkäfigen fraßen die Arbeiterinnen bis zum 4. Tag im Mittel pro Tag und Biene deutlich mehr Pollen als in den Doppelgitterkäfigen ($5,4 \pm 2,9$ mg zu $3,1 \pm 3,0$ mg; $n = 20$, U -Test, $P < 0,05$); danach gab es - vom 4. bis zum 8. Tag - keine Unterschiede mehr ($1,6 \pm 1,9$ mg zu $1,8 \pm 2,6$ mg; $n = 17$, U -Test, $P = 0,92$). Die Ergebnisse zeigen, dass der direkte Kontakt zur Brut den Pollenkonsum junger Bienen deutlich steigert, aber auch nur der bloße Kontakt zu Stockbienen den Konsum von Pollen anregt.

The effect of supply and demand on the pollen consumption of worker bees (*Apis mellifera carnica*)

Workers consume varying amounts of pollen, the amount depending on the on the age of workers and on the amount of brood (Hrasnigg and Crailsheim, J. Insect Physiol. 1998, 44, 393-404). In the present study I investigated the effects of the amount of pollen stores and of the workers' social conditions on pollen consumption. The pollen reserves of a colony were varied by means of a pollen trap. Every 3rd day, ten 9-day-old workers were sampled from the col-

ony. Their midgut dry weight (indicating pollen consumption) was positively correlated to the number of pollen cells in the colony ($r = 0.75$, $P < 0.01$). To investigate the effect of trophallaxis on the pollen consumption of young bees, freshly emerged bees were caged in single and double screen cages, which were supplied with pollen and sugar water ad lib. The cages were placed into colonies between frames with open brood. Trophallactic exchange of food between bees inside and outside the cages was only possible in the single screen cages. The consumption of pollen was determined by weighing the remaining pollen every second day. In the single screen cages workers consumed significantly more pollen than in the double screen cages until the 4th day (5.4 ± 2.9 mg and 3.1 ± 3.0 mg pollen \cdot bee⁻¹ \cdot day⁻¹, $n = 20$; U -Test, $P < 0.05$); no difference was found after the 4th day up to the 8th day (1.6 ± 1.9 mg and 1.8 ± 2.6 mg, $n = 17$; U -Test, $P = 0.92$). The results show that direct contact with brood enhances pollen consumption in young bees significantly, but that also the mere contact of young bees with hive bees increases pollen consumption.

Effet de l'offre et de la demande sur la consommation de pollen des ouvrières (*Apis mellifera carnica*)

Les ouvrières consomment des quantités variées de pollen, cette quantité dépend de l'âge des ouvrières et de l'importance de couvain (Hrasnigg et Crailsheim, J. Insect Physiol., 1998, 44, 393-404). Dans cette étude, j'ai étudié les effets de la quantité des réserves de pollen et la condition sociale des ouvrières. J'ai fait varier les réserves de pollen d'une colonie grâce à une trappe à pollen. Tous les trois jours, 10 ouvrières âgées de 9 jours ont été prélevées dans la colonie. Le poids sec de leur intestin moyen, qui indique la consommation de pollen, était positivement corrélé au nombre de cellules de pollen dans la colonie ($r = 0,75$; $P < 0,01$). Afin d'étudier les effets de la trophallaxie sur la consommation de pollen des jeunes abeilles, des abeilles émergentes ont été mises dans des cages possédant un grillage simple ou double et ont reçu du pollen et de l'eau sucrée ad libitum. Les cages ont été placées dans des colonies entre les cadres de couvain ouvert. L'échange trophallactique de nourriture à l'intérieur et à l'extérieur des cages n'était possible que dans les cages à grillage simple. La consommation de pollen a été déterminée en pesant tous les deux jours le pollen restant. Dans les cages à grillage simple, les ouvrières ont consommé significativement plus de pollen que celles des cages à grillage double les quatre premiers jours ($5,4 \pm 2,9$ mg et $3,1 \pm 3,0$ mg pollen par abeille et par jour, $n = 20$; U -Test, $P < 0,05$); aucune différence n'a été trouvée entre le quatrième et le

huitième jour ($1,6 \pm 1,9$ mg et $1,8 \pm 2,6$ mg, $n = 17$; *U*-Test, $P = 0,92$). Les résultats montrent que le contact direct avec le couvain accroît la consommation de pollen des jeunes abeilles de façon significative, mais aussi que le simple contact des jeunes abeilles avec les abeilles d'intérieur augmente la consommation de pollen.

40. Arbeitsteilung auf verdeckelter, verletzter Arbeiterinnenbrut (*Apis mellifera carnica*). N. Hrasnigg, K. Petritsch, S. Hahshold, M. Petz, R. Brodschneider, A. Stabentheiner, K. Crailsheim (Institut für Zoologie, Universität Graz, 8010 Graz, Austria)

In einem Beobachtungsvolk mit ca. 8 000 Arbeiterinnen wurde das Verhalten gegenüber mit feinen Insektenadeln verletzten Brutzellen und die Verteilung von Bienen unterschiedlichen Alters auf diesen Zellen untersucht. Eine Pollenfalle (PT) wurde für mehrere Tage installiert, um die Pollenmenge im Stock zu reduzieren. Über einen Zeitraum von 6 Tagen mit PT und 5 Tage ohne PT wurden jeweils um 9:00 Uhr kurz zuvor verdeckelte Brutzellen angestochen und anschließend, zugleich mit einem identisch großen in der Nähe befindlichen unverletzten Kontrollbereich, beobachtet. Die sich mit den verletzten Zellen beschäftigenden Bienen waren im Mittel signifikant jünger (50 % waren zwischen 6–14 Tage alt), als die auf dem Bereich insgesamt angetroffenen Bienen (7–17 Tage) und auch als die im gesamten Stock vorhandenen Bienen (7–22 Tage). Zwischen Beobachtungstagen mit und ohne Pollenfalle konnte nur bei der Tätigkeit „Kopf kurz in Zelle“ ein Unterschied festgestellt werden (medianes Alter mit PT: 11 Tage, ohne PT: 9 Tage; Kolmogoroff Smirnow Test, $P < 0,05$); bei den anderen Tätigkeiten (i.e. Benagen vor und nach Öffnen der Zelle, Belecken, Brut fressen, leere Zelle inspizieren und leere Zelle putzen) war kein Unterschied gegeben. Mit und ohne PT dauerte es etwa 300 min (Median) bis mit dem Öffnen einer angestochenen Zelle begonnen wurde. Das vollständige Öffnen der Zellen ging ohne PT mit 45 min signifikant rascher vor sich als mit PT (60 min), dagegen dauerte das Leerfressen der Zellen ohne PT (405 Min) länger als mit PT (270 Min) (*U*-Test, $P < 0,05$; $n = 45$ –113 Zellen). In unserem Versuch wurde die Brut, unabhängig von der Pollenversorgung, besonders von der Altersgruppe der Ammen aufgefressen (50 % der Bienen waren 6–13 Tage alt). Damit gingen die wertvollen Proteine nicht verloren, sondern wurden einer Wiederverwertung zugeführt.

Division of labour on sealed injured brood (*Apis mellifera carnica*)

In an observation hive that contained 8 000 honeybees, young pupae in their sealed cells were in-

jured, and the behaviour of worker bees towards these cells and the age-distribution of the workers were investigated. Every morning at 9:00 am, 7 freshly sealed brood cells were pierced with thin insect needles. A pollen trap (PT) was installed for several days to reduce the amount of incoming pollen. The area of pierced cells and an untreated, same-sized control area located near the pierced cells were observed during alternating cycles of 5 days without and 6 days with PT. The median age of bees manipulating the treated cells (50% were 6 to 14 d old) were significantly younger than the bees in the whole observation area (7–17 d) as well as the bees in the entire hive (7–22 d). Between days with and without PT a difference could only be observed for the behaviour “head briefly in cell” (median age with PT 11). For all other activities (e.g. gnawing before opening the cell, gnawing after opening the cell, licking, eating brood, inspecting empty cell and cleaning empty cell) we found no difference in the age of bees between days with and without PT. It took about 300 min (median) until the bees started to open a pierced cell with and without PT. The complete opening of the cell cappings was significantly faster without PT (45 min) than with PT (60 min). It took significantly longer for the injured brood to be completely eaten up from the opened cell (405 min), without PT than with PT (270 min) (*U*-test, $P < 0,05$, $n = 45$ –113 cells). Independent of the pollen supply, the pierced brood was eaten by the age cohort of nurse bees (50% were 6 to 13 days old), which thereby recycled the valuable proteins.

Division du travail sur le couvain operculé endommagé (*Apis mellifera carnica*)

Dans une ruche d'observation d'environ 8 000 abeilles, on a observé le comportement des ouvrières envers des cellules de couvain endommagées avec une épingle à insecte ainsi que la répartition des abeilles sur ces cellules en fonction de leur âge. Chaque matin à 9 h, 7 cellules de couvain fraîchement operculées ont été perforées à l'aide d'une aiguille à insecte. Une trappe à pollen (TP) a été installée pendant plusieurs jours pour réduire la quantité de pollen rapporté. La surface des cellules perforées ainsi qu'une surface témoin de même taille non traitée et située à côté ont été observées alternativement durant des cycles de 5 jours sans TP alternant avec des cycles de six jours avec TP. L'âge moyen des abeilles s'occupant des cellules traitées (50 % avaient entre 6 et 14 jours) était significativement inférieur à celui des abeilles situées dans toute la zone d'observation (7–17 jours) et à celui des abeilles de la ruche entière (7–22 jours). Entre les jours avec et sans TP on n'a pu établir une différence que pour le comportement « tête rapide dans

l'opercule » (médiane de l'âge avec TP : 11 jours, sans TP 9 jours ; test Kolmogoroff-Smirnoff, $P < 0,05$) ; concernant les autres activités (comme ronger avant l'ouverture des cellules, ronger après l'ouverture des cellules, lécher, manger du couvain, inspecter et nettoyer des cellules vides) nous n'avons trouvé aucune différence entre les jours avec et les jours sans TP. Avec et sans TP, il a fallu environ 300 min (valeur médiane) pour que les abeilles commencent à ouvrir une cellule perforée. L'ouverture complète des cellules a été significativement plus rapide sans TP (45 min) qu'avec TP (60 min). Il a fallu significativement plus de temps pour que le couvain endommagé soit complètement consommé dans les cellules ouvertes sans TP (405 min) qu'avec TP (270 min) (test U , $P < 0,05$, $n = 45-113$ cellules). Indépendamment de l'approvisionnement en pollen, le couvain a été particulièrement consommé par le groupe d'âge des nourrices (50 % avaient entre 6 et 13 jours), qui de cette façon recycle les précieuses protéines.

41. Das Verhalten von Bienenarbeiterinnen gegenüber Drohnen (*Apis mellifera carnica*): von der Pflege bis zur Schlacht. J. Martinz, N. Hrasnigg, K. Crailsheim (Institut für Zoologie, Universität Graz, 8010 Graz, Austria)

Drohnen werden von Arbeiterinnen einerseits gepflegt, andererseits aber auch attackiert und aus dem Stock geworfen. Wir untersuchten an zwei Völkern in einem Experiment das Verhalten von Arbeiterinnen gegenüber 5 Altersklassen von Drohnen (1, 3, 5, 8, 13 Tage alt) und in einem zweiten Experiment ihr Verhalten nach einer Massenzugabe von mehr als 120 Drohnen. Für beide Versuche wurden folgende 4 Verhaltenskategorien definiert: Antennenkontakt, Füttern, Belegen und Aggressives Verhalten. Antennenkontakt konnte in beiden Kolonien und allen 5 Alterskategorien von Drohnen beobachtet werden. Auch aggressives Verhalten trat in beiden Kolonien gegenüber allen Altersklassen von Drohnen (mit Ausnahme der 1 Tag alten Drohnen der ersten Kolonie) auf. Die Alterszusammensetzung der Arbeiterinnen, die mit Drohnen in Kontakt traten, waren in beiden Experimenten ähnlich: viele verschieden alte Arbeiterinnen waren an Interaktionen beteiligt, wobei im ersten Experiment 75 % aller Arbeiterinnen zwischen 1–25 Tagen alt waren. Bei der Massenzugabe von Drohnen zeigten besonders die 10 Tage alten Arbeiterinnen am häufigsten aggressives Verhalten gegenüber Drohnen. Auch beim Belegen waren während dieses Experiments die jungen Arbeiterinnen zwischen 11–12 Tagen am öftesten beteiligt. Diese Ergebnisse weisen daraufhin, dass dieselben Altersklassen von Arbeiterinnen, die die Drohnen pflegen, auch diejenigen sind, welche die Drohnen attackieren.

Who cares for and who attacks drones in a honeybee colony (*Apis mellifera carnica*)?

Drones are fed by workers but are also attacked and thrown out of the colony by workers. We investigated the behaviour of workers towards 5 age groups of drones (1, 3, 5, 8, 13 d) in two colonies in the first experiment, and the behaviour of these workers after loading the colonies with a big number of drones (> 120) in a second experiment. For both experiments we defined 4 behavioural categories: antennal contact, feeding, licking and aggressive behaviour. Antennal contact was observed in both colonies and all 5 age groups of drones. Aggressive behaviour was seen between workers and all age groups of drones in the second colony, whereas in the first colony 1 day old drones were never seen being treated aggressively by workers. In both colonies, the age-distribution of workers in contact with drones was similar: workers of all ages had contact with the drone groups, but in the first experiment 75% of the workers engaged in activities were between 1–25 days old. In the second experiment, the 10-day-old workers behaved the aggressively towards drones. The 11–12 day old workers were most often seen licking drones. These results indicate that workers who care for drones are of the same age as those who treat them aggressively.

Qui prend soin des mâles et qui les attaque dans une colonie d'abeilles (*Apis mellifera carnica*) ?

Les mâles sont soignés par les ouvrières mais aussi attaqués et expulsés de la colonie. Nous avons étudié sur deux colonies: (i) le comportement des ouvrières envers cinq groupes d'âges différenciés de mâles (1, 3, 5, 8, 13 jours) et (ii) leur comportement après avoir ajouté aux colonies un grand nombre de mâles (> 120). Pour les deux expériences, nous avons défini 4 catégories de comportement : le contact antennaire, le nourrissage, le léchage et l'agressivité. Le contact antennaire a été observé dans les deux colonies et pour les cinq groupes d'âges de mâles. Le comportement agressif a été observé entre les ouvrières et tous les groupes d'âges des mâles dans la seconde colonie, alors que dans la première colonie les mâles âgés de 1 jour n'ont jamais été agressés par les ouvrières. Dans les deux colonies, la distribution de l'âge des ouvrières entrant en contact avec les mâles était similaire : les ouvrières de tous âges ont pris part aux interactions, mais dans la première expérience 75 % d'entre elles étaient âgées de 1 à 25 jours. Dans la seconde expérience, principalement les ouvrières âgées de 10 jours se sont le plus souvent comportées de façon agressive envers les mâles. Les ouvrières âgées de 11 et 12 jours étaient plus souvent occupées à lécher les

mâles. Ces résultats indiquent que les ouvrières qui prennent soin des mâles ont souvent le même âge que celles qui les traitent de façon agressive.

42. Paarungsfrequenzen der Honigbiene (*Apis mellifera*) auf Belegstellen und in natürlichen Populationen. F.B. Kraus¹, J. van Praagh², R.F.A. Moritz¹ (¹Martin-Luther Universität Halle/Wittenberg, Germany; ²Niedersächsisches Landesinstitut für Bienenkunde Celle, Germany)

Paarungskontrolle ist sowohl für die kommerzielle Bienenzucht als auch für die Erhaltungszucht einheimischer Honigbienen von großer Bedeutung. In beiden Fällen wird angestrebt, Fremdpaarungen zu vermeiden. Dies allein mag für die kommerzielle Zucht ausreichend sein. Für die Erhaltungszucht müssen allerdings zusätzlich hohe Paarungsfrequenzen angestrebt werden, um eine große effektive Populationsgröße zu gewährleisten. Um die Eignung potentieller, zukünftiger Reservate für einheimische Honigbienen beurteilen zu können, haben wir die Paarungsfrequenzen von Königinnen aus 4 verschiedenen Populationen ermittelt. Die Patrilinearitäten wurden mit 10 Mikrosatellitenloci aus Arbeiterinnenbrut (48 pro Kolonie) bestimmt. Zwei der Populationen befanden sich in Nationalparks (NP), dem NP Hochharz (8 Königinnen) und dem NP Müritzt (7 Königinnen). Zwei stammten von kommerziellen Belegstellen, der Insel Neuwerk (7 Königinnen) und von Schwarzenau (5 Königinnen). Die Paarungsfrequenzen variierten zwischen 3 und 30 Paarungen pro Königin, und unterschieden sich signifikant zwischen den Populationen (*H*-Test: $P < 0,0002$). Die niedrigsten Frequenzen wurden auf Neuwerk gefunden mit einem Mittelwert von $6,2 \pm 1,2$ Paarungen, gefolgt vom Hochharz NP mit $10,2 \pm 0,7$, dem Müritzt NP mit $15,4 \pm 1,6$ und Schwarzenau mit $22,3 \pm 3,1$ Paarungen. Niedrige Paarungsfrequenzen haben unmittelbare Auswirkungen auf die effektive Populationsgröße N_e . Nimmt man z.B. eine Population von 100 Kolonien, bei der die durchschnittliche Paarungsfrequenz nur 3 beträgt, ist N_e lediglich 192,85, während bei einer Frequenz von 30 N_e auf 221,31 steigt. Inseln mit ihren schlechteren Bedingungen für Paarungen und der daraus resultierenden niedrigen N_e dürften eher ungeeignet sein für die Etablierung von Reservaten für Honigbienen. Festlandgebiete hingegen ermöglichen eine Maximierung von N_e und sind somit als Reservate besser geeignet.

Mating success of honeybee queens (*Apis mellifera*) in apiaries and in natural populations

Mating control plays an important role in commercial beekeeping and in the conservation of native

honeybee populations and races. In both cases it is essential to prevent undesired foreign matings. While this approach may be sufficient for commercial beekeeping purposes, as far as conservation is concerned it is also important to guarantee high mating frequencies to assure a high effective population size. To evaluate the suitability of potential future reserves for native honeybee populations, we determined queen mating frequencies at 4 different target sites in Germany. Paternity was inferred by genotyping worker brood samples (48 individuals per colony) with 10 microsatellite loci. Two of the target sites were in national parks (NP), the Hochharz NP (8 queens) and the Müritzt NP (7 queens); the two others were commercial mating apiaries on the Island of Neuwerk (7 queens) and at Schwarzenau (5 queens). We found that the mating frequencies in the sampled populations varied from 3 to 30 matings per queen. The mating frequencies differed significantly between the populations (*H*-test: $P < 0,0002$). We found the lowest frequencies on the Island of Neuwerk with a mean of 6.2 ± 1.2 matings, followed by the Hochharz NP with 10.2 ± 0.7 , the Müritzt NP with 15.4 ± 1.6 , and Schwarzenau with 22.3 ± 3.1 matings. Low mating frequencies have immediate consequences on the effective population size (N_e); for instance a population with 100 colonies and an average mating frequency of 3 would result in an N_e of 192.85 whereas an average mating frequency of 30 yields an N_e of 221.31. Therefore islands with unfavourable mating conditions can be considered unsuitable for the establishment of reserves for honeybee conservation. Such areas guarantee mating control, but might not guarantee an N_e that is sufficiently high for conservation purposes and sustainable population development. Mainland areas with a high N_e seem much more suitable for this purpose and, by using secluded mountain areas, it is still possible to guarantee mating control.

Fréquences des accouplements de l'Abeille domestique (*Apis mellifera*) sur les stations de fécondation et dans les populations naturelles

Le contrôle de l'accouplement est d'une grande importance non seulement pour l'apiculture commerciale, mais aussi pour la conservation des abeilles locales. Dans les deux cas, l'objectif est d'éviter les accouplements étrangers. Alors que cela peut s'avérer suffisant pour l'apiculture commerciale, pour la conservation il est indispensable d'augmenter les fréquences d'accouplement pour garantir une taille de population suffisante. Afin d'évaluer l'aptitude de futures réserves potentielles pour les abeilles domestiques autochtones, nous avons déterminé les fréquences d'accouplement des reines de 4 populations différentes. Les lignées paternelles ont été

déterminées à l'aide de 10 locus de type microsatellites du couvain d'ouvrières (48 par colonie). Deux des populations se trouvaient dans les parcs nationaux (PN), à savoir le PN du Hochharz (8 reines) et le PN de Müritz (7 reines). Deux provenaient de stations de fécondation commerciales de l'île de Neuwerk (7 reines) et de Schwarzenau (5 reines). Les fréquences d'accouplement ont varié entre 3 et 30 accouplements par reine et présenté des différences significatives entre les populations (test $H: P < 0,0002$). Les fréquences les plus faibles ont été observées à Neuwerk avec une moyenne de $6,2 \pm 1,2$ accouplements, suivies du Hochharz (PN) avec $10,2 \pm 0,7$, Müritz PN avec $15,4 \pm 1,6$ et Schwarzenau avec $22,3 \pm 3,1$ accouplements. Les faibles fréquences d'accouplement ont une influence directe sur la taille effective des populations N_e . Si l'on prend, par exemple, une population de 100 colonies chez laquelle la fréquence d'accouplement moyenne n'est que de 3, N_e est de seulement 192,85, alors que N_e atteint 221,32 si la fréquence est de 30. Les îles qui offrent des conditions plus difficiles pour les accouplements et ont donc un N_e plus faible sont par conséquent plutôt inadaptées à l'établissement de réserves pour les abeilles domestiques. En revanche, les régions continentales permettent une maximalisation du N_e et sont donc mieux adaptées à jouer le rôle de réserves.

43. Verteilungen der Vaterschaften in sieben Arten von Honigbienen (*Apis* sp.). J.H. Schlüns¹, R.F.A. Moritz¹, H.M.G. Lattorff¹, G. Koeniger² (¹Helge Schlüns, Institut für Zoologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 06099 Halle (Saale), Germany; ²Institut für Bienenkunde, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, 61440 Oberursel, Germany)

Honigbienen (*Apis* L.) weisen ein extrem polyandrisches Paarungssystem auf. Im allgemeinen paaren sich Honigbienenköniginnen mit mindestens zehn Drohnen. Aufgrund der besonderen Anatomie ihrer männlichen Genitalien, welche eine direkte Injektion der Spermien in die Spermatheka ermöglicht, wurde für die Zwerghonigbienen (*A. andreniformis* und *A. florea*) die Hypothese eines Vorteils des sich zuerst mit der Königin paarenden Drohns aufgestellt. Für gewöhnlich wird in empirischen Studien von Honigbienenarten der Fortpflanzungserfolg von Drohnen als in beträchtlicher Weise ungleich berichtet. Um Unterschiede und Ähnlichkeiten des väterlichen Fortpflanzungserfolgs zwischen Arten in der Gattung *Apis* zu untersuchen, haben wir Daten aus der Literatur mittels des Bootstrapverfahrens reanalysiert. Wir fanden, dass die neun häufigsten Patrilineen in allen getesteten Arten sehr ähnlich verteilt sind. Dies lässt auf einen bei al-

len Honigbienenarten gemeinsamen, biologischen Mechanismus schließen. Folglich wird der vorgeschlagene Vorrang des ersten Drohns bei den Zwerghonigbienen von den Daten nicht unterstützt. Jedoch kann allein das Aufstellen einer Rangfolge aus einer unbekanntem Verteilung sehr irreführend sein. Selbst eine Gleichverteilung von 20 Patrilineen führt zu einer ausgesprochen schiefen Verteilung der Vaterschaften in einer Bootstrap-Stichprobe. Gegenwärtig gibt es also aufgrund von zu kleinen Stichprobengrößen keinen Hinweis auf wesentliche Unterschiede im väterlichen Fortpflanzungserfolg bei den polyandrischen Honigbienen.

Distribution of paternities in seven species of honeybees (*Apis* sp.)

honey bees (*Apis* L.) show an extremely polyandrous mating system. In general, honeybee queens mate with at least 10 drones. A first male advantage was hypothesized for the dwarf honeybees (*A. andreniformis* and *A. florea*) due to the specific anatomy of their male genitalia which allows semen to be directly injected into the spermatheca. In empirical studies of honeybee species, the reproductive success of siring drones is usually reported to be considerably biased. In order to survey the differences and similarities in paternity skew among species in the genus *Apis*, we reanalyzed data from the literature by bootstrapping. We found that the nine most frequent patrilineen are similarly distributed in all tested species, suggesting a biological mechanism common to all honeybees. Thus, the proposed first male precedence in the dwarf honeybees is not supported by the data. However, just the ranking of patrilineen from an unknown distribution can be very misleading. Even an equal distribution of 20 patrilineen results in a strongly biased paternity skew in a bootstrap sample. Currently, there is no evidence for a paternity skew in the highly polyandrous honeybees because sample sizes are too small.

Distribution des paternités dans sept espèces d'abeilles (*Apis* sp.)

Les abeilles du genre *Apis* L. sont extrêmement polyandriques. Généralement, les reines s'accouplent avec au moins dix mâles. En raison de l'anatomie particulière des génitalia mâles qui permettent une injection directe des spermatozoïdes dans la spermatheque, on a émis l'hypothèse d'un avantage du mâle qui s'accouple le premier avec la reine chez les abeilles naines (*A. andreniformis* et *A. florea*). Habituellement, les études empiriques des espèces d'abeilles font état d'un succès très inégal de la reproduction des mâles. Afin d'étudier les différences et les similitudes des succès de reproduction

paternels entre les espèces du genre *Apis*, nous avons à nouveau analysé les données de la littérature à l'aide de la méthode bootstrap. Nous avons trouvé que les neuf lignées paternelles les plus fréquentes ont une distribution analogue dans toutes les espèces testées, ce qui permet de conclure à un mécanisme biologique commun chez toutes les espèces d'abeilles du genre *Apis*. Par conséquent, l'hypothèse émise de la prédominance du premier mâle n'est pas étayée par les données chez les abeilles naines. Cependant, le fait même d'établir un classement à partir d'une distribution inconnue peut induire en erreur. Même une distribution régulière de 20 lignées paternelles conduit à une distribution fortement oblique des lignées paternelles dans un échantillon de bootstrap. En raison d'un trop faible nombre d'échantillons, rien ne permet d'affirmer actuellement qu'il existe des différences de succès de reproduction paternelle chez les espèces d'abeilles polyandriques du genre *Apis*.

44. Unvollständiges Königinnenverhalten bei „Pseudoqueens“ der Kaphonigbiene (*Apis mellifera capensis*). J. Pflugfelder¹, R.M. Crewe² (¹Institut für Bienenkunde (Polytechnische Gesellschaft) Fb. Zoologie und Informatik, J.W. Goethe Univ. Frankfurt, 61440 Oberursel, Germany; ²Department of Zoology and Entomology, University of Pretoria, Pretoria, South Africa)

Reproduktive Arbeiterinnen der Kaphonigbiene *A.m. capensis* zeichnen sich durch viele Königinnen Eigenschaften (Pheromone, Eilage, etc.) aus und werden daher als „Pseudoqueens“ bezeichnet. Wir untersuchen hier die Frage, ob es zwischen Pseudoqueens zu Rivalenkämpfen vergleichbar mit denen zwischen unbegatteten Königinnen kommt und ob die Signale der Pseudoqueens vergleichbar mit denen bei unbegatteten Königinnen sind. Die für die Versuche verwendeten (unbegatteten) Königinnen gehörten der Rasse *A. m. scutellata* an und waren im Test zwischen 2 und 10 Tage alt. Die Pseudoqueens von *A. m. capensis* und die Arbeiterinnen von *A. m. scutellata* (Alter unbekannt) stammten aus einem weisellosen Bienenvolk, in das zuvor reproduktive Kap-Arbeiterinnen („dwindling colony syndrome“) eingedrungen waren. Die Versuchsanordnung besteht aus einer durch eine Glasscheibe abgeschlossenen Arena (Gitterdraht, d = 12,5 cm, Höhe 2 cm), in der das Verhalten der Tiere bei einer Temperatur von 29 °C und einer Versuchsdauer von 3 min qualitativ untersucht wurde. Zu Versuchsbeginn wurde ein Tier als Probe in die Arena eingebracht und anschließend dem Testtier der Weg in die Arena freigegeben (Pflugfelder und Koeniger 2000, Apidologie 31, 639-641). Pseudoqueens reagierten weder untereinander ($n = 16$) noch gegenüber *A.m. scutellata* Königinnen ($n = 64$) mit Stechverhalten. *A. m. scu-*

tellata Königinnen reagierten untereinander in allen Versuchen ($n = 14$) und gegenüber Pseudoqueens in 35 % der Fälle ($n = 108$) mit Stechverhalten. Hierbei ist die Frequenz des Stechverhaltens signifikant geringer ($P = 0,0001$) Chi² 4 × 4 Felder Test. Bei dem von Pseudoqueens ausgelösten Stechverhalten wurden jedoch im Vergleich zu dem zwischen Königinnen keine Unterschiede im Ablauf des Verhaltens beobachtet. Verglichen mit Königinnen war das Verhalten der Pseudoqueens unvollständig, da diese kein Stechverhalten zeigten. Allerdings besitzen die Pseudoqueens Reize, die das Stechverhalten bei *A.m. scutellata* Königinnen auslösen.

Incomplete queen behavior in Cape honey bee “pseudoqueens” (*Apis mellifera capensis*)

Reproductive workers of the Cape honey bee *Apis mellifera capensis* are called “pseudoqueens” because they show various queen-like characteristics such as pheromonal mimicry, egg laying and reproductive dominance. We investigated whether competition between pseudoqueens occurred which was comparable to that observed between unmated queens, and whether the cues used by pseudoqueens could be compared with those found in queens. The *A. m. scutellata* queens we used for the experiments were 2–10 days old and unmated. Pseudoqueens and workers of *A. m. scutellata* (age unknown) used in this experiment were derived from a queenless colony that had already been taken over by reproductive *capensis* workers (“dwindling colony syndrome”). The experimental set-up consisted of a wire mesh arena (diameter: 12.5 cm, height: 2 cm) covered by a glass plate where the behaviour of the test insect was observed qualitatively at a temperature of 29 °C for 3 min. At the beginning of each trial, a worker or queen was placed into the arena before the test insect was introduced (Pflugfelder and Koeniger 2000, Apidologie 31, 639-641). Pseudoqueens did not show any stinging behaviour towards each other ($n = 16$) or towards *A. m. scutellata* queens ($n = 64$). *A. m. scutellata* queens reacted to each other's presence in all experiments ($n = 14$) and towards pseudoqueens in 35% of cases ($n = 108$) with stinging behaviour. The frequency of stinging behaviour by queens towards pseudoqueens was significantly lower than that towards other queens ($P = 0.0001$, chi-squared 4 × 4 contingency test). But the sequence of the observed aggressive behaviour towards pseudoqueens did not differ from that shown towards queens. In comparison to the behaviour of *A. m. scutellata* queens, that of the pseudoqueens was incomplete, since they did not show any stinging behaviour at all. However, the cues that trigger stinging behaviour in *A. m. scutellata* queens are obviously also present in *A. m. capensis* pseudoqueens.

Comportement de reine incomplet chez les « pseudo-reines » de l'Abeille du Cap (*Apis mellifera capensis*)

Les ouvrières reproductrices de l'Abeille du Cap *A. m. capensis* se distinguent par de nombreuses caractéristiques de reine (phéromones, ponte, etc.) et sont de ce fait appelées « pseudo-reines ». Nous étudions ici la question de savoir si les pseudo-reines combattent leurs rivales comme le font les reines vierges et si les signaux des pseudo-reines sont comparables à ceux des reines vierges. Nous avons utilisé pour nos essais des reines vierges de la race *A. m. scutellata*, âgées entre 2 et 10 jours au moment du test. Les pseudo-reines d'*A. m. capensis* et les ouvrières d'*A. m. scutellata* (d'âge inconnu) provenaient d'une colonie orpheline dans laquelle avaient pénétré auparavant des ouvrières du Cap (« syndrome de colonie déprimée »). Le dispositif expérimental a consisté en une arène fermée par une vitre (fil métallique à grillage, d = 12,5 cm, hauteur 2 cm) dans laquelle le comportement des animaux a été analysé quantitativement pendant 3 min à une température de 29 °C. Au début de l'essai, une ouvrière ou une reine a été placée dans l'arène avant d'introduire l'animal à tester (Pflugfelder et Koeniger 2000, Apidologie 31, 639-641). Les pseudo-reines ($n = 16$) ne présentent pas de comportement agressif (piqûre) entre elles, ni à l'égard des reines d'*A. m. scutellata* ($n = 64$). Les reines d'*A. m. scutellata* ont une réaction agressive (piqûre) entre elles dans tous les essais ($n = 14$) et à l'égard des pseudo-reines dans 35 % des cas ($n = 108$). Dans ce dernier cas, la fréquence du comportement agressif est significativement plus faible ($P = 0,0001$, test de contingence χ^2). Le comportement agressif déclenché par les pseudo-reines est cependant identique à celui déclenché par les reines. Comparé à celui des reines, le comportement des pseudo-reines est incomplet puisqu'elles ne manifestent pas de comportement de piquûre. Toutefois, les pseudo-reines possèdent des stimuli qui déclenche l'agressivité (piqûre) chez les reines d'*A. m. scutellata*.

45. Lassen sich südbrasilianische Honigbienen molekulargenetisch charakterisieren? C. Kohlmann¹, C. Pietsch¹, B. Blochstein¹, R. Paxton² (¹LPB-PUCRS, Porto Alegre, Brazil; ²Zoologisches Institut, Universität Tübingen, 72076 Tübingen, Germany)

Die Europäischen Honigbienen gliedern sich in Populationsgruppen mit distinkter geographischer Verbreitung. Zu unterscheiden sind die Westgruppe (*Apis mellifera mellifera*, *A. m. iberica*), die nordafrikanischen Rassen (*A. m. intermissa*), die osteu-

ropäische Gruppe (*A. m. carnica*) und die Südostgruppe (*A. m. ligustica*, *sicula*, *cecropia*). Nach Südbrasilien gelangten im 19. und 20. Jahrhundert mit europäischen Einwanderern zunächst Bienen aus Portugal und Spanien, später auch aus Italien und vor allem aus Deutschland. Bei letzteren handelt es sich zuerst um Völker der Rasse *mellifera*, später um *carnica*. In den letzten Jahren wurden erneut *ligustica*-Königinnen aus den USA eingeführt. Hinzu kamen die Schwärme der afrikanisierten Bienen. So findet sich heute in Rio Grande do Sul eine regional variierende Rassenmischung. Wir wollen mit molekulargenetischem Ansatz versuchen, die jeweiligen Anteile der afrikanischen und europäischen Rassen zu analysieren und ihre heutige Verbreitung zu beschreiben. Hierzu sollen genomische Allel-Frequenzen bestimmt werden. Wir sammeln Brutproben an verschiedenen Standorten und analysieren sie mittels Mikrosatelliten. Hierbei wird von 11 bereits bekannten oligonukleotiden Primer-Paaren ausgegangen. Pro Volk variierte die Anzahl der Allele zwischen drei und zehn. Die Methode bietet gute Perspektiven, die Honigbienen Südbrasilien zu charakterisieren und ihre Genomanteile hinsichtlich Herkunft zu identifizieren.

Can South Brazilian honey bees be characterised genetically?

European honey bees can be separated into geographically distinct populations: West European races (*Apis mellifera mellifera*, *A. m. iberica*), North African (*A. m. intermissa*), an East European group (*A. m. carnica*) and a Southeast group (*A. m. ligustica*, *sicula* and *cecropia*). In the 19th and 20th centuries, honey bees were brought into South Brazil by the European settlers, originally from Portugal and Spain, later from Italy and, in particular, from Germany. Bees from the latter country were initially comprised of the race *mellifera* and later *carnica*. More recently, *ligustica* queens have been imported from the USA. In addition, swarms of Africanized bees have spread into the area since their release in Brazil in 1956. At the present time, Rio Grande do Sul therefore contains a mixture of honey bee races. Using molecular genetic markers, we aim to determine the racial composition of the honey bees and its geographic variation across South Brazil. Eleven microsatellite loci will be used as genetic markers, and their allelic frequencies compared across brood samples collected from various locations. These loci typically display between 3 and 10 alleles per colony. These methods should provide a valid means of characterizing the honey bees of South Brazil, and of identifying their racial origins.

Les abeilles domestiques du sud du Brésil peuvent-elles être caractérisées à l'aide de la génétique moléculaire ?

Les abeilles domestiques européennes se divisent en groupes de population occupant des habitats géographiques distincts. On distingue le groupe de l'ouest (*Apis mellifera mellifera*, *A. m. iberica*), les races d'Afrique du nord (*A. m. intermissa*), le groupe d'Europe de l'est (*A. m. carnica*) et le groupe du sud-est (*A. m. ligustica*, *sicula*, *cecropia*). Aux 19^e et 20^e siècles, les immigrants européens ont apporté dans le sud du Brésil tout d'abord des abeilles du Portugal et d'Espagne, puis d'Italie et principalement d'Allemagne. Ces dernières étaient d'abord des colonies de la race *mellifera*, puis de la race *carnica*. Ces dernières années, des reines *ligustica* ont été importées de nouveau des États-Unis. De plus, des essaims d'abeilles africanisées sont arrivés. Ainsi, dans le Rio Grande do Sul, on trouve actuellement un mélange de races qui varie selon les régions. À l'aide de la génétique moléculaire, nous analysons les proportions respectives de races africaines et européennes et décrivons leur distribution actuelle. À cet effet, nous déterminons les fréquences alléliques. Nous prélevons des échantillons de couvain dans différents ruchers et nous les analysons à l'aide de microsatellites. Nous sommes partis de 11 paires d'amorces oligonucléotidiques déjà connues. Le nombre d'allèles par colonie a varié de trois à dix. La méthode offre de bonnes perspectives de caractériser les abeilles domestiques du Brésil du sud et d'identifier leur origine raciale.

46. Pheromondynamik von Arbeiterinnen der Kap-Honigbiene (*Apis mellifera capensis*). H. M. G. Lattorf¹, R. F. A. Moritz¹, R. M. Crewe² (¹Institut für Zoologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 06099 Halle, Germany; ²Department of Entomology and Zoology, University of Pretoria, Pretoria, South Africa)

Arbeiterinnen der Kap-Honigbiene (*Apis mellifera capensis*) zeigen ein hohes Reproduktionspotential. Nach einem Verlust der Königin können sich nur wenige Arbeiterinnen als Pseudokönigin etablieren. Die Mechanismen, die zur Etablierung dieser Hierarchien führen, werden in einem einfachen Bioassay untersucht. Dabei wird die Zusammensetzung der Mandibeldrüsensekrete (MDS) als ein Maß für den Übergang von arbeiterrinnenähnlichem zu königinnenähnlichem Status benutzt. Je zwei Arbeiterinnen wurden in einer Petrischale gepaart gehalten und die MDS wurden täglich mit Silikonröhrchen entnommen. Diese Methode erlaubt es, dieselben Arbeiterinnen über den Versuchszeitraum zu untersuchen. Die Proben wurden gaschromatographisch analysiert.

Das Verhältnis von königinnenähnlicher Substanzen im MDS wurde am letzten Tag des Experiments genutzt, um die dominante Arbeiterin zu determinieren. Die Entwicklung der MDS von dominanten und subordinaten Arbeiterinnen wurde *posteriori* für sieben Tage untersucht. Der Anteil von königinnenähnlichen Substanzen im MDS erhöht sich mit der Zeit bei den dominanten Arbeiterinnen. Der Hauptfaktor für diese Erhöhung liegt bei einem signifikanten Anstieg der Produktion von 9ODA (9-oxo-2(E)-decensäure) bei dominanten Arbeiterinnen (Spearman's Rangkorrelation, $r = 0,22$, $P < 0,05$, $n = 80$) während subordinaten Arbeiterinnen keine Änderung der Menge an 9ODA aufweisen (Spearman's Rangkorrelation, $r = -0,03$, $P = 0,77$, $n = 80$). Wir schließen daraus, dass die MDS eine wichtige Rolle bei der Etablierung von Pseudoköniginnen in Honigbienenvölkern spielen.

Pheromone dynamics of workers of the Cape honeybee (*Apis mellifera capensis*)

Workers of the Cape honeybee (*Apis mellifera capensis*) show great reproductive potential. However, after loss of their queen only a few workers are able to establish themselves as pseudoqueens. The mechanisms that promote the establishment of dominance hierarchies were addressed using a simple bioassay. The composition of the mandibular gland secretions (MGS) was used to measure the transition from worker-like to queen-like status. Two workers were paired in a petridish and the MGS were captured using silicone tubing for at least seven days. This method allowed us to sample the same workers during the experiment. The samples were analysed by gas chromatography. The ratio of queenlike compounds in the MGS was used to determine the dominant worker at the last day of the experiment. The development of MGS from dominant and from subordinate workers was analysed *a posteriori* for seven days. The ratio of queen-like compounds in MGS increased over time for dominant workers. The major factor for this increase was a significant rise in the total amount of 9ODA (9-oxo-2(E)-decenoic acid) produced by dominant workers (Spearman's rank correlation, $r = 0.22$, $P < 0.05$, $n = 80$); whereas subordinate workers showed no change in the production of 9ODA (Spearman's rank correlation, $r = -0.03$, $P = 0.77$, $n = 80$). We conclude that the MGS play an important role in establishment of pseudoqueens in the honeybee colony.

La dynamique des phéromones des ouvrières de l'Abeille du Cap (*Apis mellifera capensis*)

Les ouvrières de l'Abeille du Cap (*Apis mellifera capensis*) montrent un fort potentiel de reproduction. Cependant, après la perte de la reine, seules

quelques ouvrières sont capables de se constituer en pseudoreines. Les mécanismes qui conduisent à l'établissement des hiérarchies sont abordés en utilisant un test biologique simple. La composition des sécrétions des glandes mandibulaires (MGS) est utilisée pour mesurer le passage de l'état analogue à une ouvrière à l'état analogue à une reine. Deux ouvrières ont été déposées par paires dans une boîte de Pétri et les MGS extraites en utilisant un tube de silicone pendant au moins sept jours. Cette méthode permet d'échantillonner les mêmes ouvrières pendant toute l'expérience. Les échantillons ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse. Le rapport des composés à effet de reines dans les MGS a été utilisé pour déterminer l'ouvrière dominante le dernier jour de l'expérience. Le développement des MGS chez des ouvrières dominantes et des ouvrières subordonnées a été analysé a posteriori pendant 7 jours. Le rapport des composés à effet de reines dans les MGS a augmenté dans le temps pour les ouvrières dominantes. Le principal facteur de l'augmentation est une élévation significative de la quantité totale de 9ODA (acide 9-oxo-2(E)-décénoïque) produite par les ouvrières dominantes (corrélation de rang de Spearman, $r = 0,22$, $P < 0,05$, $n = 80$) alors que les ouvrières subordonnées ne présentent aucun changement dans la production de 9ODA (corrélation de rang de Spearman, $r = -0,03$, $P = 0,77$, $n = 80$). Nous en concluons que les MGS jouent un rôle important dans l'établissement des pseudoreines au sein de la colonie d'abeilles.

47. Morphometrische und mtDNA Variabilität in Populationen der Honigbiene (*Apis mellifera cyprica*) in Zypern. I. Kandemir^{1,2}, M.D. Meixner³, W.S. Sheppard¹ (¹Department of Entomology, Washington State University, Pullman WA, USA; ²Department of Biology, Karaelmas University, Zonguldak, Turkey; ³Institut für Bienenkunde, Universität Frankfurt, Oberursel, Germany)

Zahlreiche Inseln des Mittelmeers besitzen ihre eigene Unterart von Honigbienen. Als eine der ersten Inselrassen wurde *Apis mellifera cyprica* Pollmann 1879 beschrieben. Obwohl Verhalten und Morphologie von *A. m. cyprica* gut dokumentiert sind, steht eine detaillierte Analyse ihrer genetischen Variabilität, auch in Beziehung zu benachbarten Unterarten, noch aus. An sechs verschiedenen Orten im nördlichen Zypern wurden insgesamt 40 Proben von Arbeiterinnen gesammelt. Nach Extraktion der Nukleinsäuren wurden verschiedene mitochondriale Fragmente mittels PCR-RFLP analysiert. Ausserdem wurde ein 646 bp langer Abschnitt des mitochondrialen ND2-Gens sequenziert. Eine morphometrische Analyse wurde an insgesamt 18 Proben durchgeführt. Referenzproben aus der Datenbank der Oberurseler Sammlung wur-

den in die Analysen eingeschlossen. Die Morphometrische Analyse ergab für die meisten Proben eine eindeutige Zuordnung zu den als *A. m. cyprica* klassifizierten Proben aus der Referenzsammlung. Nur drei der neu gesammelten Proben – alle aus moderneren Imkereien – wurden in der Analyse als *A. m. anatoliaca* angesprochen und sind wahrscheinlich auf Importe vom Festland zurückzuführen. Daher kann aus diesen Ergebnissen gefolgert werden, daß die Bienenpopulation der Insel weitgehend noch der ursprünglichen zyprischen Biene entspricht. Alle Proben aus Zypern zeigten in den Restriktionsanalysen das gleiche mtDNA Profil, das sie eindeutig als Angehörige der mitochondrialen C-Lineage ausweist. In diesem Profil sind sie den benachbarten Unterarten aus Syrien und der Türkei sehr ähnlich, wobei diese jedoch eine höhere Variabilität aufweisen. Auch das Ergebnis der Sequenzanalyse ordnet die Proben von *A. m. cyprica* als Angehörige der C-Lineage ein. Danach sind die Bienen Zyperns am nächsten mit den Festlandpopulationen der Türkei und Vorderasiens verwandt, so daß auf eine Besiedlung der Insel mit Bienen von dort aus geschlossen werden kann.

Morphometric and mtDNA variability of populations of the honey bee (*Apis mellifera cyprica*) in Cyprus

Many islands of the Mediterranean possess their own subspecies of honey bees. One of the first island subspecies described was *Apis mellifera cyprica* Pollmann 1879. Although behavior and morphology of *A. m. cyprica* are well documented, a detailed analysis of its genetic variability and its relationship to neighboring subspecies remains to be done. A total of 40 samples were collected from six locations in northern Cyprus. After extraction of nucleic acids, several different mitochondrial fragments were analyzed using PCR-RFLP, and a 646 bp fragment of the mitochondrial ND2 gene was sequenced. A subset of 18 samples were subjected to morphometric analysis, including reference samples from the Institut für Bienenkunde data bank in Oberursel, Germany. Morphometric analysis classified most of the newly collected samples from Cyprus unambiguously as *A. m. cyprica* as represented in the reference data bank. Only three of the new samples – all from modern apiaries – were identified as *A. m. anatoliaca* and probably originated as imports from the mainland. Therefore, the current honey bee population of Cyprus can be considered to still represent the subspecies *A. m. cyprica*. In the RFLP experiments, all samples from Cyprus showed the same mtDNA profile, identifying them unambiguously as a member of the mitochondrial C-lineage. Their mtDNA profile resembles that of neighboring honey

bee populations from Syria and Turkey, although the latter two were more variable. Sequence analysis also grouped the samples of *A. m. cyprica* into the C-lineage. The bees of Cyprus appear to be closely related to the mainland honey bee populations of Turkey and the Near East, a finding consistent with an eastern Mediterranean origin for the Cyprus subspecies.

Variabilité morphométrique et de l'ADNmt des populations de l'Abeille domestique (*Apis mellifera cyprica*) à Chypre

De nombreuses îles de la Méditerranée possèdent leur propre sous-espèce d'Abeille domestique. L'une des premières sous-espèces insulaires décrites a été *Apis mellifera cyprica* Pollmann 1879. Bien que le comportement et la morphologie d'*A. m. cyprica* soient bien documentés, une analyse génétique détaillée de sa variabilité génétique en relation avec les sous-espèces voisines restait à faire. Un total de 40 échantillons a été prélevé dans six endroits différents du nord de Chypre. Après extraction des acides nucléiques, plusieurs fragments mitochondriaux différents ont été analysés par PCR-RFLP et un fragment de 646 bp du gène mitochondrial ND2 a été séquencé. Un sous-ensemble de 18 échantillons, comprenant les échantillons de référence de la base de données d'Oberursel, Allemagne, a été soumis à l'analyse morphométrique. L'analyse morphométrique a classé la plupart des échantillons nouvellement prélevés à Chypre comme appartenant de façon non ambiguë à *A. m. cyprica*, telle qu'elle est représentée dans la base de données de référence. Seuls trois des nouveaux échantillons – provenant tous de ruchers modernes – ont été identifiés comme appartenant à *A. m. anatoliaca*; ils provenaient vraisemblablement d'importations du continent. On peut donc considérer la population actuelle d'abeilles domestiques de Chypre comme représentant la sous espèce *A. m. cyprica*. Tous les échantillons de Chypre présentaient dans les analyses de restriction le même profil d'ADNmt, les plaçant de façon non ambiguë comme membres de la lignée évolutive mitochondriale C. Leur profil d'ADNmt ressemble à celui des populations d'abeilles voisines de Syrie et de Turquie, bien que ces deux populations soient beaucoup plus variables. Le résultat de l'analyse de séquence a lui aussi regroupé les échantillons d'*A. m. cyprica* dans la lignée évolutive C. Les abeilles de Chypre semblent être étroitement apparentées aux populations d'abeilles de Turquie et du Proche-Orient, d'où l'on peut conclure que l'île a été peuplée à partir des abeilles du continent.

48. Leistungsvergleich von Völkern mit natürlich begatteten und künstlich besamten Bienenköniginnen

ginnen (*Apis mellifera carnica*). G. Pritsch, K. Bienefeld (Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf)

Es besteht zuweilen die Auffassung, dass Völker mit künstlich besamten Königinnen denen mit natürlich gepaarten in ihren Leistungen nachstehen. Als Gründe werden z. B. besamungstechnisch bedingte Beeinträchtigungen der Königinnen oder Inzucht genannt. Auf der Grundlage von Daten aus der zentralen Zuchtwertschätzung wurden die Honigerträge von Völkern folgender Gruppen verglichen: (1) Künstlich besamte Königinnen (KB): inselbegattete Königinnen (IB). Es wurden von 189 Prüfständen 1 105 Völker mit KB 1 114 Völkern mit IB gegenübergestellt. (2) KB: auf Insel- und Landbelegstellen natürlich (mehr oder weniger sicher) begattete Königinnen (NB). In diesem größeren Datensatz wurden von 308 Prüfständen 1 656 Völker mit KB 2 025 Völkern mit NB gegenübergestellt. In beiden Fällen dienten dem Vergleich nur solche Stände, an denen gleichzeitig Völker beider Gruppen geprüft wurden. Im Ergebnis zu (1) betrug der mittlere Honigertrag bei den KB 37,9 kg \pm 20,1, bei den IB 38,0 kg \pm 19,5. Die Ertragsunterschiede zwischen beiden Gruppen sind nicht signifikant. Die Regression der jährlichen Erträge ergibt einen jährlichen Anstieg bei KB von 0,49 kg, bei IB von 0,52 kg. Im Ergebnis zu 2. betrug der mittlere Honigertrag bei den KB 37,4 kg \pm 19,5, bei den NB 37,0 kg \pm 18,5. Die Honigerträge der Völker mit KB liegen im Vergleich zu denen mit NB signifikant höher ($P = 0,036$). Die Regression der jährlichen Erträge ergibt einen jährlichen Anstieg bei KB von 0,28 kg, bei NB von 0,24 kg. Die geprüften Völker mit KB zeigten sowohl gegenüber IB als auch gegenüber NB keine geringeren, im Vergleich (2) sogar etwas höhere Leistungen. Die geringeren Erträge der NB könnten auf die bei Landbelegstellen nicht auszuschließenden Fehlpaarungen zurückzuführen sein. Der durchschnittliche Inzuchtgrad der KB-Gruppe unterschied sich mit 1,08 % bei den Königinnen und 1,68 % bei den Arbeiterinnen nicht signifikant von den entsprechenden Werten bei der NB-Gruppe (Königinnen 1,16 %, Arbeiterinnen 1,62 %) und war damit ohne Einfluss auf das Ergebnis. Die künstliche Besamung ist nicht nur die sicherste Paarungsart, sondern zeigt sich bezüglich der Leistungsfähigkeit der Völker im Vergleich zur natürlichen Paarung ebenbürtig.

Comparison of performance of bee colonies with naturally mated and artificially inseminated queens (*Apis mellifera carnica*)

It is considered that the performance of colonies with artificially inseminated queens is inferior to that of colonies with naturally mated queens. The reasons given for this are possible damage caused by

the insemination techniques, or inbreeding. On the basis of data from central breeding evaluation, the honey yields of colonies from the following groups were compared: (1) artificially inseminated queens (AQ): island-mated queens (IQ). Colonies with AQ ($n = 1\ 105$) were compared with colonies with IQ ($n = 1\ 114$) from 189 bee yards; (2) AQ: naturally (island and more or less safely controlled land) mated queens (NQ). In this larger dataset, 1 656 colonies with AQ were compared with 2 025 colonies with NQ from 308 bee yards. In both cases only those bee yards were compared where colonies from both groups were simultaneously tested.

The results for (1) were as follows: the average honey yield for AQ was $37.9\text{ kg} \pm 20.1$ and for IQ $38.0\text{ kg} \pm 19.5$. The difference was not significant. The regression of the annual yields resulted in an annual increase of 0.49 kg for AQ and 0.52 kg for IQ. The results for (2) were as follows: the average honey yield for AQ was $37.4\text{ kg} \pm 19.5$ and for NQ $37.0\text{ kg} \pm 18.5$. The honey yields of the colonies with AQ were significantly higher than those of colonies with NQ ($P = 0.036$). The regression of the annual yields resulted in an annual increase of 0.28 kg for AQ and 0.24 kg for NQ. The tested colonies with AQ did not show a lower performance than colonies with IQ or NQ and in test 2, they even showed a slightly higher performance. The lower yields of NQ could be due to the situation of some land mating stations where faulty mating cannot be excluded. The average rates of inbreeding in the AQ group amounted to 1.08% for queens and 1.68% for workers, and was not significantly different from that for the NQ group (queens 1.16% and workers 1.62%), and therefore had no influence on the result. It is concluded that artificial insemination is not only the most reliable form of mating, but with regard to honey performance the results are as satisfactory as those obtained via natural mating.

Comparaison des performances de colonies d'abeilles avec des reines (*Apis mellifera carnica*) fécondées naturellement ou inséminées artificiellement

On pense parfois que les colonies avec une reine inséminée artificiellement ont des rendements inférieurs à celles qui ont une reine fécondée naturellement. Les raisons invoquées sont, par exemple, les préjudices causés aux reines par la technique d'insémination ou la consanguinité. Les données provenant de l'estimation centrale de la valeur génétique ont permis de comparer les rendements en miel des colonies des groupes suivants : (1) reines inséminées artificiellement (RIA) / reines fécondées sur les îles, (RFI). On a comparé 1 105 colonies avec des RIA et 1 114 colonies avec des RFI provenant de

189 ruchers expérimentaux ; (2) RIA/reines fécondées naturellement (RFN) avec plus ou moins de certitude dans des stations de fécondation situées sur des îles ou sur la terre ferme. Cette importante série de données nous a permis de comparer 1 656 colonies avec des RIA et 2 025 colonies avec des RFN provenant de 308 ruchers expérimentaux d'essai. Dans les deux cas, la comparaison n'a porté que sur les ruchers où les colonies des deux groupes ont pu être examinées simultanément. En 1, le rendement moyen en miel est de $37,9\text{ kg} \pm 20,1$ chez les colonies à RIA et de $38,0\text{ kg} \pm 19,5$ chez les colonies à RFI. Les différences de rendement entre les deux groupes ne sont pas significatives. La régression des rendements annuels donne une augmentation annuelle de $0,49\text{ kg}$ chez les colonies avec des RIA et de $0,52\text{ kg}$ chez les colonies avec des RFI. En 2, le rendement moyen en miel est de $37,4 \pm 19,5$ chez les colonies avec des RIA et de $37,0\text{ kg} \pm 18,5$ chez les colonies avec des RFN. Le rendement en miel des colonies avec des RIA est significativement plus élevé que celui des colonies avec des RFN ($P = 0,036$). La régression des rendements annuels montre une augmentation annuelle de $0,28\text{ kg}$ chez les colonies à RIA et de $0,24\text{ kg}$ chez les colonies à RFN. Les colonies avec des RIA n'ont pas présenté de performances plus faibles par rapport aux colonies avec des RFN, elles ont même été légèrement supérieures dans la comparaison 2. Les rendements inférieurs chez les colonies avec des RFN peuvent être dus aux accouplements déficients qui ne sont pas à exclure dans les stations de fécondation situées sur la terre ferme. Le degré de consanguinité moyen du groupe des RIA n'est pas significativement différent (1,08 % chez les reines et 1,68 % chez les ouvrières) de celui du groupe des RFN (1,16 % chez les reines et 1,62 % chez les ouvrières) et n'a donc pas eu d'influence sur les résultats. L'insémination artificielle n'est pas seulement le type de fécondation le plus sûr, mais, de plus, les performances des colonies sont égales à celles des colonies avec des RFN.

49. Wirkung aggressionsauslösender Substanzen bei der Hornisse (*Vespa crabro*) – ein Vergleich zwischen Kalorimeter- und Attrappenversuchen. C. MacLean, E. Schmolz (FU Berlin, Institut für Biologie/Zoologie, 14195 Berlin, Germany)

Das in der Giftblase von Hornissen (*Vespa crabro*) vorhandene Alarmpheromon MBO (2-Methyl-3-buten-2-ol) löst nach Verspritzen des Giftes bei Nestgenossinnen Alarmverhalten aus. Sieben weitere Substanzen im Giftblasensekret rufen nur in geringerem Maße Alarmreaktionen hervor. Die Wirksamkeit von MBO und drei dieser Substanzen (3-Methyl-3-buten-1-ol, 3-Methyl-2-buten-1-ol, 4-Pentenol) wurde durch Messung der Stoffwechselraten

im Kalorimeter getestet. Als Parameter für Aggressivität diente die Steigerung der Stoffwechselrate. Zum Vergleich wurde das Alarmpheromon von *Apis mellifera* (Isopentylacetat), Giftblasensubstanzen von *Vespula germanica* und *V. vulgaris* und ein Kopffextrakt von *V. crabro* auf eine alarmauslösende Wirkung auf Hornissen untersucht. Alle Substanzen erhöhen die Stoffwechselrate und können als alarmauslösend vermutet werden. IPA bewirkt einen größeren Anstieg der Stoffwechselrate (Anstieg um 88 %, $n=9$) als das eigene MBO (Anstieg um 76 %, $n=10$). Dennoch erhöhen die arteigenen Substanzen die Stoffwechselrate deutlich mehr (3-Methyl-3-buten-1-ol: Anstieg um 67 %, $n=9$; 4-Pentenol: 63 %, $n=8$; 3-Methyl-2-buten-1-ol: 46 %, $n=8$) als die der anderen Vespiden (Isobuttersäure: 37 %, $n=7$; Isovaleraldehyd: 30 %, $n=9$; Isovaleriansäure: 22 %, $n=8$; N-3-Methylbutylacetamid: 14 %, $n=8$). Der Kopffextrakt erhöht ebenfalls die Stoffwechselrate (Anstieg um 38 %, $n=8$), was als Hinweis auf ein weiteres Alarmpheromon bei Hornissen gedeutet werden kann. In einem weiteren Versuch wurden MBO und Kopffextrakt von Hornissen mit Hilfe von Attrappen auf ihre alarmauslösende Wirkung getestet. Allein MBO bewirkt einen deutlichen Anstieg der Attrappenangriffe und bestätigt damit die Kalorimeterergebnisse (0,4 Kontakte vor MBO-Gabe; 57,5 Kontakte nach MBO-Gabe, $n=30$), der Kopffextrakt nicht ($n=8$).

Effects of alarm inducing substances in hornets (*Vespa crabro*) – a comparison between calorimetric and behavioral tests

The alarm pheromone MBO (2-Methyl-3-buten-2-ol) from the venom sac of hornets (*V. crabro*) induces an alarm response in nestmates. Seven other substances have also been found in venom sac secretions, but they induce a less drastic alarm response. The effectiveness of MBO and three of these substances (3-Methyl-3-buten-1-ol, 3-Methyl-2-buten-1-ol, 4-Pentenol) was tested by measuring specific heat production rates in a calorimeter. An increase in specific heat production rate served as a parameter for aggressive response. As a comparison, an alarm pheromone of *Apis mellifera*, isopentylacetate, and some substances from the venom sac of *Vespula germanica* and *V. vulgaris* were also tested to see whether they could induce an alarm response in hornets. Additionally, an extract made from the heads of hornet workers was tested for an induction of alarm response. All of the substances named above immediately increased specific heat production rates in the hornets being tested, and could therefore be assumed to induce an alarm response. IPA increased the specific heat production rate more (increase of 88%, $n=9$) than the intraspecific pheromone MBO

(increase of 76%, $n=10$). In general, however, intraspecific venom sac substances increased hornet specific heat production rate significantly more (3-Methyl-3-buten-1-ol: increase of 67%, $n=9$; 4-Pentenol: 63%, $n=8$; 3-Methyl-2-buten-1-ol: 46%, $n=8$) than interspecific substances from other vespines (Isobutyric acid: 37%, $n=7$; Isovaleraldehyde: 30%, $n=9$; Isovaleric acid: 22%, $n=8$; N-(3-Methylbutyl)acetamide: 14%, $n=8$). The head extract increased specific heat production rates as well (increase of 38%, $n=8$), which may be interpreted as evidence for an additional alarm pheromone in hornets. In further tests, MBO and the head extract from hornets were tested using dummies to help investigate alarm response. Only MBO caused an increase in the number of attacks (0.4 attacks before MBO application and 57.5 attacks after MBO application, $n=30$), thereby confirming calorimetric results. The head extract caused no such increase ($n=8$).

Effets des substances déclenchant l'alarme chez les frelons (*Vespa crabro*) – comparaison entre des tests calorimétriques et comportementaux

La phéromone d'alarme MBO (2-Methyl-3-Buten-2-ol) du sac à venin du frelon (*V. crabro*) induit une réponse d'alarme chez les membres de la colonie. Sept autres substances ont été aussi trouvées dans les sécrétions du sac à venin, mais elles provoquent une réponse d'alarme moins importante. L'efficacité de la MBO et de trois de ces substances (3-Methyl-3-Buten-1-ol, 3-Methyl-2-Buten-1-ol, 4-Pentanol) ont été testées en mesurant les taux de production spécifique de chaleur dans un calorimètre. Une augmentation du taux de production spécifique de chaleur a été prise comme paramètre de la réponse agressive. Une phéromone d'alarme d'*Apis mellifera*, l'isopentylacétate, et quelques substances provenant du sac à venin de *Vespula germanica* et de *V. vulgaris* ainsi qu'un extrait obtenu à partir de têtes d'ouvrières de frelons ont aussi été testées à titre de comparaison pour voir si elles pouvaient induire une réponse d'alarme chez les frelons. Toutes les substances nommées au-dessus ont immédiatement augmenté le taux de production spécifique de chaleur chez les frelons testés, et on peut par conséquent supposer qu'elles induisent une réponse d'alarme. L'IPA a plus augmenté le taux de production spécifique de chaleur (augmentation de 88 %, $n=9$) que la phéromone intraspécifique MBO (augmentation de 76 %, $n=10$). En général, cependant, les substances intraspécifiques du sac à venin ont augmenté plus significativement le taux de production spécifique de chaleur du frelon (3-Methyl-3-Buten-1-ol : augmentation de 67 %, $n=9$; 4-Pentanol : 63 %, $n=8$; 3-Methyl-2-Buten-1-ol : 46 %, $n=8$) que les

substances interspécifiques des autres vespéidés (acide isobutyrique : 37 %, $n = 7$; isovaléraldéhyde : 30 %, $n = 9$; acide isovalérique 22 %, $n = 8$; N-(3-méthylbutyl)acétamide : 14 %, $n = 8$). L'extrait de tête a lui aussi augmenté le taux de production spécifique de chaleur (augmentation de 38 %, $n = 8$), ce qui peut être interprété comme preuve d'une autre phéromone d'alarme chez les frelons. Dans d'autres tests, la MBO et l'extrait de têtes de frelons ont été testés en utilisant des leurres pour étudier la réaction d'alarme. Seule la MBO a entraîné une augmentation du nombre des attaques (0,4 attaque avant l'application de la MBO et 57,5 attaques après, $n = 30$), ce qui confirme les résultats calorimétriques, contrairement à l'extrait de têtes ($n = 8$).

50. Verwandtschaftsgrad innerhalb und zwischen Völkern einer im NO Brasiliens heimischen Population der Stachellosen Biene *Scaptotrigona bipunctata*. D. Boer Nascente, J.P. Holanda Neto, B.M. Freitas, R.J. Paxton (Zoologisches Institut, Universität Tübingen, 72076 Tübingen, Germany; Zootecnia, Univ. Federal do Ceará, Fortaleza, Brazil)

Bei den hoch eusozialen und pantropisch verbreiteten Stachellosen Bienen werden neue Nester vermutlich deswegen nahe beim Mutternest gegründet, weil von dort über längere Zeit vor und nach den Schwärmen Baumaterial und Vorräte geholt werden. Die Königinnen benachbarter Nester sind also möglicherweise nah miteinander verwandt, was aber noch nie geprüft wurde. Panmixie wird jedenfalls über die weit umher vagabundierenden Drohnen erreicht. Es stellt sich die Frage, wie eng verwandt die Bienen in den Nestern eines bestimmten Areals tatsächlich sind. Wir haben dieses Problem mit Hilfe von 6 Mikrosatelliten Loci molekulargenetisch untersucht, und zwar an Völkern einer lokal begrenzten Population (max. Entfernung 400 m) von *Scaptotrigona bipunctata* auf dem Campus der Föderalen Universität von Ceará in Fortaleza in Nordost-Brasilien. Von 13 dort wild nistenden Völkern wurden am Flugloch Proben von ausfliegenden Arbeiterinnen gesammelt. Für die Analysen wurde DNA von jeweils 28 Individuen verwendet und mittels 6 Mikrosatelliten-Loci genotypisiert, um den Verwandtschaftsgrad innerhalb eines Volkes zu bestimmen. Außerdem wurden die einzelnen Matri- und Patrilinearitäten der 13 Völker miteinander verglichen. Die Nachkommen stammten meistens von einer nur einmal gepaarten Königin ab. Dabei ergaben sich durchaus Gruppen von unterschiedlich nah verwandten Kolonien. Es konnte jedoch keine Beziehung der Entfernung zwischen den einzelnen

Nestern und dem Grad der Verwandtschaft ermittelt werden. Möglicherweise war das untersuchte Areal zu klein, um solche Beziehungen erkennen zu lassen oder es gab häufige Nestübernahmen.

Relatedness within and between colonies of a natural population of the stingless bee, *Scaptotrigona bipunctata*, in NE Brazil

Swarming in the highly eusocial and pantropical stingless bees occurs over a protracted period because nest material and food reserves are carried to the new nest site from the old one both before and after the new queen flies to the new nest site. For this reason, new nests are probably established in the vicinity of an old one, and neighbouring nests are likely to be genetically related. Panmixia is ensured through vagabond males. To examine the extent to which neighbouring nests are related, we genetically analysed workers from each of 13 wild nests (max distance 400 m) on the campus of the Federal University of Ceará in Fortaleza, NE Brazil, using 6 microsatellite loci. Twenty eight individuals from each nest were genotyped and relatedness within each nest and between nests calculated. Workers of a colony generally comprised a single matriline and single patriline, suggesting that colonies were headed by a single, once-mated queen. Relatedness between colonies was variable, but was not related to the geographic distance between them. Lack of a relationship between relatedness and distance may be either because the study area was too small or because colonies requeened themselves regularly.

Degré de parenté au sein de et entre colonies d'une population naturelle d'une abeille sans aiguillon, *Scaptotrigona bipunctata*, dans le nord-est du Brésil

Chez les abeilles sans aiguillon, répandues dans toute la zone tropicale et hautement eusociales, l'essaimage a lieu sur une longue période parce que les matériaux du nid et les réserves alimentaires sont transportés de l'ancien site de nidification au nouveau, avant et après que la nouvelle reine s'envole pour le nouveau nid. Pour cette raison les nouveaux nids sont probablement fondés à proximité de l'ancien et les nids voisins sont susceptibles d'être génétiquement apparentés. La panmixie est assurée par les mâles vagabonds. Afin d'examiner dans quelle mesure les nids voisins sont apparentés, nous avons prélevé des ouvrières dans chacun des 13 nids sauvages du campus de l'université fédérale de Ceará à Fortaleza (distance maximum entre nids 400 m) et procédé à des analyses génétiques à l'aide de six microsatellites. Le génotype de

28 individus de chaque nid a été caractérisé et le degré de parenté au sein de chaque nid et entre les nids a été calculé. Les ouvrières d'une colonie appartenaient en général à une seule lignée maternelle et une seule lignée paternelle, ce qui suggère que la colonie est conduite par une seule reine qui ne s'est accouplée qu'une fois. Le degré de parenté entre colonies était variable mais ne dépendait pas de la distance géographique qui les séparait. L'absence de relation entre le degré de parenté et la distance peut être due soit au fait que l'aire d'étude était trop petite, soit que les colonies se reméaient d'elles-mêmes régulièrement.

51. Vergleich der Euglossinen-Biodiversität in Araukarien- und Küstenregenwäldern Südbra-siliens. S.-C. Cappellari¹, B. Harter¹, A. Zillikens^{1,3}, J. Steiner², W. Engels³ (¹LPB-PUCRS, Porto Alegre; ²Depto. Embriologia, UFSC, Florianópolis, Brazil; ³Zoologisches Institut, 72076 Tübingen, Germany)

Die Euglossinen oder Prachtbienen (Apidae, Euglossinae) kommen nur in der Neotropis vor. Sie fungieren dort als Bestäuber vieler Orchideen-Arten in den Regenwäldern, weshalb sie auch Orchideen-Bienen genannt werden. Vergleichsweise wenig ist über ihre Biodiversität in unterschiedlichen Waldhabitaten bekannt. Wir untersuchten von November 2001 bis Februar 2002, welche Arten im Araukarienwald auf der Serra Geral in Rio Grande do Sul in Höhenlagen von 800–900 m und welche im Sekundärwald auf Hügeln der Insel Florianópolis in Santa Catarina vorkommen, was in dortigen Schutzgebieten erfolgte. Wir konnten 5 Arten aus 4 Gattungen nachweisen. Beobachtet wurden Männchen, die wir mit Duftködern anlockten, sowie beim Besuch an Blüten und Pilzen. Im Araukarienwald war *Eufriesea violacea* im Dezember und Januar häufig, *Euglossa mandibularis* nur im Dezember. Im Küstenregenwald auf der Insel wurde *E. violacea* im November häufig und im Dezember selten festgestellt. *Euglossa stellfeldi* wurde ab November regelmäßig, von Dezember bis Februar häufig beobachtet. *Eulaema nigrita* und ihr Parasit *Exaerete dentata* traten nur im Februar auf. Die saisonalen Abundanzen waren mit den Blühperioden der wichtigsten Trachtpflanzen korreliert. Die Artenzahl und Häufigkeit der Prachtbienen waren im Küstenregenwald höher als im Araukarienwald. Hierfür dürfte neben dem Klima vor allem das große Blütenangebot an Orchideen verantwortlich sein. Die Biodiversität der Prachtbienen ist somit in ihrem südlichsten Verbreitungsgebiet zwar nicht besonders hoch, aber durchaus nicht monoton, mit regionaler Variation. Dieser Befund stimmt mit den

Daten von Wittmann et al. (Entomol. Gen. 14, 53-60, 1988) gut überein.

Comparison of the biodiversity of euglossine bees in Araucaria and coastal rainforests of Southern Brazil

Euglossine or orchid bees (Apidae, Euglossinae) are restricted to the Neotropics where they serve as pollinators of many orchid species. Little is known of the biodiversity of these bees in different rainforest habitats. Thus, from November 2001 to February 2002, we studied their species diversity at two locations in S. Brazil, *Araucaria* woodland on the Serra Geral (800–900 m altitude) in Rio Grande do Sul and secondary coastal woodland in reserves on hills of the island of Florianópolis in Santa Catarina. Males of 5 species from 4 genera were observed visiting flowers, fungi and our odour baits. At the *Araucaria* site, *Eufriesea violacea* was common in December and January whilst *Euglossa mandibularis* was common only in December. At the coastal rainforest site, *E. violacea* was common in November but rare in December. Also at this site, *Euglossa stellfeldi* was regularly seen in November and was common from December to February. *Eulaema nigrita* and its parasite *Exaerete dentata* were only detected in February. The seasonal abundance of the bees was correlated with the blooming period of the most important flowers visited by the bees. The number of individuals and species of orchid bee was higher at the coastal rainforest site than at the *Araucaria* site. Not only the climate but also the abundance of orchids may play a role in dictating orchid bee abundance. The biodiversity of euglossine bees in their most southerly area of distribution is low, but variable between habitats, in agreement with data from Wittmann et al. (Entomol. Gen. 14, 53-60, 1988).

Comparaison de la biodiversité des abeilles euglossines dans les forêts d'Araucaria et les forêts pluviales côtières du sud du Brésil

Les abeilles euglossines (Apidae, Euglossinae) sont limitées à la zone néotropicale où elles pollinisent de nombreuses orchidées. On connaît peu de choses concernant la biodiversité de ces abeilles dans différents types d'habitat forestier. De novembre 2001 à février 2002 nous avons étudié la diversité en espèces en deux endroits du sud du Brésil: une forêt d'*Araucaria* sur le Serra Geral (800–900 m d'altitude) dans l'état de Rio Grande do Sul et une forêt secondaire établie sur des collines (réserve) dans l'île de Florianópolis dans l'état de Santa Catarina. On a découvert cinq espèces de mâles, représentant quatre genres, qui visitaient des fleurs, des

champignons et nos leurres odorants. Dans la forêt d'*Araucaria*, *Eufresia violacea* était commune en décembre et janvier, tandis qu'*Euglossa mandibularis* ne l'était qu'en décembre. Sur le site de la forêt pluviale côtière, *E. violacea* était commune en novembre et rare en décembre, *Euglossa stellfeldi* a été observée régulièrement en novembre et était commune de décembre à février. *Eulaema nigrita* et son parasite *Exaerete dentata* n'ont été vues qu'en février. L'abondance saisonnière des abeilles était corrélée avec la période de floraison des fleurs les plus importantes qu'elles visitaient. Le nombre d'individus et d'espèces d'euglossines était plus élevé sur le site de la forêt pluviale côtière que sur le site de la forêt d'*Araucaria*. Non seulement le climat mais aussi l'abondance des orchidées est responsable de l'abondance des abeilles euglossines. La biodiversité de ces abeilles dans leur aire de distribution la plus méridionale est faible mais variable selon le type d'habitat, en accord avec les données de Wittmann et al. (Entomol. Gen. 14, 53-60, 1988).

52. Nestzyklus und Soziogenetische Struktur der heimischen Furchenbiene *Lasioglossum malachurum*. R.J. Paxton (Zoologisches Institut, Universität Tübingen, 72076 Tübingen, Germany)

Die Furchenbiene *Lasioglossum malachurum* (Halictidae) kommt von Mitteleuropa bis in das Mittelmeergebiet und den Kaukasus häufig vor. Es handelt sich um eine eusoziale Art mit einem ausgeprägten Kastendimorphismus. Die Nester werden jedes Frühjahr von einer im Vorjahr begatteten jungen Königin gegründet, die auch die erste Brut selbst versorgt. Je nach Länge der lokalen Brut-saison können eine oder mehrere Serien von Arbeiterinnenbrut angelegt werden, bevor Männchen und Jungköniginnen aufgezogen werden. Im Raum Tübingen wird regelmäßig nur ein Satz Arbeiterinnenbrut beobachtet, die zweite und letzte Brutserie im Sommer besteht aus Geschlechtstieren. Um einen Einblick in die Sozial- und Reproduktionsbiologie der Art zu gewinnen, wurden in mehrjährigen Untersuchungen nicht nur Freilandbeobachtung und Ausgrabungen von Nestern durchgeführt, sondern auch eine molekulargenetische Analyse von Brut und adulten Bienen mit Hilfe von Mikrosatelliten vorgenommen. Arbeiterinnen eines Nestes gehörten in der Regel zu einer Matrilinie und zu 1 bis 3 Patrilinien; sicher ist, dass Königinnen sich mehrfach paaren können. Zudem kamen häufig Nestübernahmen während der ersten Brutversorgungsperiode vor; 7 von 16 Nestern enthielten eine Königin mit unverwandten Arbeiterinnen. Sowohl Polyandrie als auch Nestübernahmen führen zu einer komplexen soziogenetischen Struktur von *L. malachurum*-

Völkern. Genetische Analysen der Geschlechtsnachkommen von 12 Nestern zeigten, dass die Königin die Mutter von 85 % der Nachkommen war, während die restlichen 15 % den von den Arbeiterinnen gelegten Eiern entstammten.

Life cycle and colony genetic structure of the common sweat bee, *Lasioglossum malachurum*

Lasioglossum malachurum is a sweat bee that is both found commonly in Central Europe through to the Mediterranean Basin and the Caucasus. Throughout its range, it is an obligately eusocial species with a pronounced caste dimorphism. Colonies are founded afresh each spring by a single queen who provisions the first brood of workers. There may be one or more phases of worker brood production before colonies produce the sexual brood of males and new gynes. However, in the vicinity of Tübingen, only the first brood comprises workers whilst the second and final brood comprises the sexual offspring. Through a series of field observations, nest excavations and genetic analysis of brood and adults using highly variable microsatellite loci, I revealed aspects of the social and reproductive biology of the species. In particular, workers of a nest generally comprised one matriline and between one and three patriline, demonstrating polyandry by queens. Moreover, queen usurpation of nests in the spring phase was frequent in the study population; 7 of 16 nests contained a queen with unrelated workers. Both polyandry and queen usurpation lead to complex sociogenetic organisation of *L. malachurum* colonies. Genetic analysis of sexual offspring from 12 nests suggested that the queen was the mother of 85% of the offspring and that the workers laid the remaining 15%.

Cycle de développement et structure sociogénétique chez l'halicte *Lasioglossum malachurum*

Lasioglossum malachurum (Halictidae) est une abeille halicte communément répandue en Europe centrale jusqu'au bassin méditerranéen et au Caucase. Dans toute son aire de répartition il s'agit d'une abeille eusociale avec un dimorphisme de caste prononcé. Chaque printemps une jeune reine fécondée l'année précédente fonde une nouvelle colonie et élève le premier couvain d'ouvrières. Il peut y avoir une ou plusieurs phases de production de couvain d'ouvrières avant que les colonies ne produisent le couvain sexué de mâles et de nouvelles femelles. Dans la région de Tübingen le premier couvain ne comprend que des ouvrières, les seconde et dernière séries de couvain produisant la descendance sexuée. Des observations au champ, des excavations de nids et des analyses génétiques du couvain et des adultes

à l'aide de microsatellites hautement variables, poursuivies sur plusieurs années, ont permis de fournir des éléments de la biologie sociale et de la reproduction de cette espèce. Les ouvrières d'un nid appartiennent en général à une lignée maternelle et à une à trois lignées paternelles, prouvant ainsi la polyandrie des reines. En, outre l'usurpation de nids par des reines pendant la période du premier couvain était fréquente dans la population étudiée : sept des 16 nids renfermaient une reine avec des ouvrières non apparentées. La polyandrie et l'usurpation des nids conduisent à une organisation sociogénétique complexe des colonies de *L. malachurum*. L'analyse génétique de la descendance sexuée de 12 nids suggère que la reine était la mère de 85 % de la descendance et que les ouvrières avaient pondu les 15 % restants.

ACKNOWLEDGMENTS

The Editorial Board thanks Mrs. Roswitha Judor, Mr. Jean-Christophe Péguet, and Mrs. Séverine Suchail for the French translations and Mrs. Marilyn Schreier for her kind revision of English abstracts.

REMERCIEMENTS

Le Comité de rédaction exprime ses remerciements à Mme Roswitha Judor, M. Jean-Christophe Péguet et Mme Séverine Suchail pour la traduction en français des résumés des communications et à Mme Marilyn Schreier pour la révision linguistique des textes anglais.