

**UNTERSUCHUNG DER UNTERSCHIEDLICHEN
FUTTERVERTEILUNG IN ARBEITERINNENGRUPPEN
VERSCHIEDENER RASSEN VON *APIS MELLIFICA* L. MIT HILFE
VON ^{32}P ALS TRACER**

*Étude de la répartition de la nourriture selon la race
dans des groupes d'ouvrières d'*Apis mellifica* L.
à l'aide du radioisotope ^{32}P .*

Werner J. KLOFT (1), Ahmad S. DJALAL (2) und Wilhelm DRESCHER

*Institut für Angewandte Zoologie und Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde
der Universität Bonn*

SUMMARY

**STUDY ON THE FOOD DISTRIBUTION AMONG WORKERS OF DIFFERENT RACES
OF THE HONEYBEE *Apis mellifica* L. BY MEANS OF THE ^{32}P RADIOISOTOPE**

Using the radioactive tracer-technique we compared the social food distribution among workerbees of different races of the honeybee *Apis mellifica* L. To a smaller degree we could include workerbees of *Apis cerana* Fabr. The experiments were carried out under standardized conditions as age, groupsize, food-supply of the donor-bee, distribution-time and temperature. We were able to demonstrate significant differences in the time required for social food distribution among workerbees of the different races. The highest number of acceptor-bees during 4 hours belonged to *A. m. ligustica*. *A. m. caucasica* reached similar values, *A. m. carnica* was intermediate, while *A. m. mellifica* was the slowest distributor. This foodsharing behaviour was compared with other differences in the activity of different bee races.

(1). Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

(2). Faculty of Science, Department of Zoology and Parasitology University of Kabul/Afghanistan.
Die Alexander von Humboldt-Stiftung hat durch Gewährung eines Stipendiums die Durchführung der Arbeiten in Bonn ermöglicht.

ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe von radioaktivem Futter verglichen wir die soziale Nahrungsverteilung bei Arbeitsbienen von verschiedenen Rassen der Honigbiene *Apis mellifica* L. In kleinerer Anzahl konnten wir auch Arbeiterinnen von *Apis cerana* Fabr. in die Versuche aufnehmen. Die Experimente wurden, was das Alter der Versuchsbienen, die Grösse der Bienengruppen, die Menge des radioaktiven Futters für die Geberin, die Verteilerzeit und die Versuchstemperatur angeht, unter standardisierten Bedingungen durchgeführt. Dabei konnten wir signifikante Unterschiede in der Zeitdauer feststellen, die von den Arbeitsbienen der verschiedenen Rassen zur sozialen Nahrungsverteilung benötigt wird. Die höchste Zahl der Nehmerinnen während 4 Stunden fanden wir bei *A. m. ligustica*. *A. m. caucasica* erreichte ähnliche Werte. *A. m. carnica* lag in der Mitte, während sich *A. m. mellifica* als die langsamste Verteilerin erwies. Dieses verschiedene Fütterungsverhalten wird mit anderen Unterschieden in der Aktivität der verschiedenen Bienensassen verglichen.

I. — EINLEITUNG

Die Weitergabe von Futter und anderen Substanzen von Individuum zu Individuum ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für das Zusammenleben sozialer Insekten (K. GÖSSWALD und W. KLOFT, 1956, 1958, 1963). Bereits NIXON & RIBBANDS (1952) haben Radioisotope zur Untersuchung der Futterverteilung in Bienenvölkern eingesetzt und verblüffende Geschwindigkeiten registriert. Da sie aber mit vollständigen Kolonien arbeiteten, erfolgte der Austausch nicht nur von Mund zu Mund zwischen adulten Honigbienen, sondern lief auch über die Brut und offene Honigzellen.

Die ersten Einzelanalysen von kontrollierten Gruppen stammen von GÖSSWALD und KLOFT (1958). Sie erbrachten das Ergebnis, daß eine Arbeiterin mit gefülltem Kropf 6 bis 8 ♀♀ direkt, durch sekundäre und multiple Regurgitationen aber bis zu 50 ♀♀ in 24 h zu füttern vermag. Erst 1967 hat dann PERSHAD eine detaillierte Studie durchgeführt; diese enthält eine sehr gründliche Literaturanalyse, auf die wir hier verweisen. Auch sie hat, im Gegensatz zu NIXON & RIBBANDS (1952), COURTOIS, LECOMTE & DELVERT-SALLERON (1961) und DOUAULT, LOUVEAUX, THEURKAUFF, AZŒUF & PINTENA (1974) mit definierten Bienengruppen gearbeitet und verschiedene, die soziale Nahrungsverteilung beeinflussende Parameter untersucht.

Die hier dargestellten Versuche wurden durch eine Zufallsbeobachtung von KLOFT aus dem Jahre 1967 ausgelöst, wonach Arbeiterinnen amerikanischer Bienenvölker, die im Habitus der Rasse *Apis mellifica ligustica* ähneln, in Florida wesentlich höhere Werte im zeitlichen und zahlenmäßigen Verlauf der sozialen Futterverteilung ergaben (KLOFT, 1969). Die daraus resultierende Vermutung, daß rassenspezifische Unterschiede in der sozialen Nahrungsverteilung vorliegen müßten, sollte unter standardisierten Bedingungen überprüft werden.

II. — MATERIAL UND METHODE

Bienenmaterial

Stammte aus dem Völkerbestand des Instituts für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde, Bonn. Folgende Rassen der Westlichen Honigbiene, *A. mellifica* L. standen zur Verfügung :

1. *A. mell. carnica* : Diese als Krainer Biene bezeichnete Rasse wurde im Institut in jahrelanger Reinzucht mit Hilfe der instrumentellen Besamung vermehrt und stellte das Hauptversuchstier dar.

2. *A. mell. caucasica* : Die Kaukasischen Bienen wurden von einer Königin erzeugt, die F. RUTTNER aus dem Kaukasus einführen konnte.

3. *A. mell. ligustica* : Die Italiener Bienen stammten von einer Originalkönigin, die uns von PIANA (Bologna) zur Verfügung gestellt wurde.

4. Bienen der Landrasse mit starkem Einschlag (kör- und verhaltensmäßig) von *A. mell. mellifica*. Die sog. dunkle Heidebiene wurde seit 1965 im Institut in Reinzucht gehalten.

In Vergleichsuntersuchungen konnte auch die Östliche Honigbiene *Apis cerana* Fabr. einbezogen werden. Versuchsvölker dieser Art (Herkunft Peshawar/Pakistan) wurden von F. RUTTNER (1) in Oberursel gehalten.

Alter der Versuchsbienen

Wir arbeiteten bei unseren Versuchen nur mit im Brutschrank geschlüpften Arbeiterinnen im geeignetsten Alter von 4 Tagen. Nach den umfangreichen Versuchen von PERSHAD, die wir bestätigen können, sind Bienen in diesem Alter als Geberinnen und Nehmerinnen am aktivsten. Damit wird auch eine Beobachtung von FREE (1957) bestätigt. Geberin und Nehmerinnen waren nicht nur gleichaltrig, sondern entstammten auch dem gleichen Volk.

Nach den Ergebnissen von CHALIFMAN (1955), LECOMTE (1961), DELVERT-SALLERON (1963) und auch eigenen Befunden (BHATKAR & KLOFT, 1975, im Druck) treten bei Austauschvorgängen zwischen Mitgliedern fremder Nester völlig veränderte Voraussetzungen auf.

Gruppengröße

Wir bezeichnen im Verlauf dieser Arbeit die Bienen, welche die radioaktiv markierte Nahrung verteilen als « Geberin », die nicht primär markierten, sondern nur durch Regurgitation radioaktiv werdenden Tiere als « Nehmerinnen » (PERSHAD (1967) spricht von « don-neuses » und receiveuses). In unserer Untersuchung ergaben Gruppen von 1 Geberin : 100 Nehmerinnen (1 ♂ : 100 ♀) (2) die am besten vergleichbaren Resultate. Wir wählten darum diese Gruppengröße für die vergleichende Betrachtung den zeitlichen Verlaufes der sozialen Nahrungsverteilung zwischen den verschiedenen Rassen von *A. mellifica* sowie für einen Vergleich mit *A. cerana*.

Nur in den Versuchen, welche klären sollten, wie weit durch sekundäre und multiple Regurgitation die von einer Geberin eingebrachte radioaktive Nahrung verteilt werden kann, arbeiteten wir mit Gruppen von 1 ♂ : 500 ♀.

Ernährungszustand

Dieser ist für die Häufigkeit des Nahrungsaustausches innerhalb der Gruppe sehr bedeut-sam. Zur Standardisierung der Versuchsbedingungen entzogen wir den Bienen 1 h vor Versuchsbeginn die Nahrung. Das zwang, durch multiplen Futteraustausch die in den Kröpfen noch verfügbare Nahrungsmenge relativ gleichmäßig zu verteilen. Einerseits konnte man so bei Geberin und Nehmerinnen eine erhöhte Bereitschaft zur Nahrungsaufnahme erwarten, andererseits wurde durch diesen nur kurzfristigen Nahrungsentzug jede Schwächung und damit negative Beeinflussung der Gruppe vermieden.

(1). Wir danken Herrn Kollegen Prof. Dr. Dr. F. Ruttner, Institut für Bienenkunde der Universität Frankfurt/M., für die Überlassung des Versuchsmaterials.

(2). Wir deuten mit dem hochgestellten + Zeichen (♂) an, daß dies die radioaktiv gefütterte Geberin ist.

Trinkwasser war den Bienen bis unmittelbar vor Versuchsbeginn zugänglich. Erst dann entzogen wir den Tieren auch die Tränkröhrchen, um jegliche indirekte Übertragung von Radioaktivität via Trinkwasser zu vermeiden. Als Ausgleich hielten wir im Brutschrank eine relative Luftfeuchtigkeit von 75 — 80 % aufrecht.

Art und Menge des applizierten Futters

Als markierte Futterlösung verwendeten wir 20 % ige Saccharose-Lösung, der wir ^{32}P als Orthophosphat zumischten. Die spezifische Aktivität lag zwischen 0,5 und 1,0 mCi/ml. Mit Hilfe einer geeichten Pipette konnte die Futtermenge genau dosiert werden. Da lediglich der Rüssel in die Pipette eingeführt wurde, ließ sich eine Kontamination weitgehend vermeiden (vgl. hierzu auch DOUAULT, 1966 a, b). Da über den Einfluß der Menge des der Geberin applizierten Futters nur unzureichende Literaturangaben vorlagen, führten wir Vorversuche mit *A. mell. carnica* durch. Wir applizierten Geberinnen zwischen 3 μl und 60 μl der 20 % igen Saccharose-Lösung und prüften anschließend die Verteilung nach 4 h Versuchszeit in verschiedenen großen Bienengruppen. Bei *A. mell. carnica* ergaben Mengen unter 40 μl zumeist sehr ungleiche Verteilungsbilder. Wir versorgten darum die Geberin mit jeweils 50 μl , einer Menge, die bei Versuchsgruppen von 100 ♀♀ von *A. mell. carnica* zu jeweils sehr gleichmäßigen Verteilungen innerhalb von 4 h führte.

Messung der Radioaktivität

Dazu benutzten wir einen Philips-Kompaktmeßplatz in Verbindung mit einem automatischen Probenwechsler und Zeitdrucker. Als Detektor fand ein Geiger-Müller-Zählrohr (Typ Endfenster-Zählrohr) Verwendung, das eine Arbeitsspannung von 600 V besaß.

Versuchstemperatur

Diese wählten wir einheitlich mit 31 °C sowohl für das Schlüpfen der Bienen als auch für ihre weitere Haltung. Dadurch waren die Tiere temperaturmäßig adaptiert. PERSHAD hat die soziale Nahrungsverteilung bei verschiedenen Temperaturen überprüft und dabei 31 °C als optimale Temperatur gefunden.

Verteilungszeit und Käfiggröße

Unter den von uns gewählten veränderten Versuchsbedingungen erwiesen sich 4 h Verteilungszeit als völlig ausreichend. PERSHAD hat in wesentlich länger dauernden Versuchen (bis zu 48 h) schlechtere Verteilungsergebnisse als wir erzielt. Die von uns benutzten Kästchen, sog. Okulierkäfige, besaßen ein Volumen von 171 ml. Bei den 100 Versuchsbiene entfielen somit 1,7 ml auf jedes Tier. PERSHAD wählte andere Bedingungen und kam zu anderen Ergebnissen (s. Diskussion).

Abtöten der Tiere

Die Versuchstiere wurden bei Abbruch der Versuche äußerst vorsichtig — geradezu durch Einschleichen — mit CO_2 narkotisiert und in der Narkose mit Chloroform abgetötet. Auf diese Weise vermied man gegenseitige Kontamination durch etwa im Todeskampf regurgitiertes (Exzitations-Regurgitation) Radiophosphat. Trotzdem dekontaminierten wir zur Vorsicht die Tiere noch äußerlich durch Waschen mit nichtradioaktiver Phosphatlösung unter Zusatz von Netzmittel (wirksam durch Verdrängungsreaktion). Abschließend wurde noch folgender Vergleichsversuch durchgeführt: Die Arbeiterinnen eines Verteilungsversuches maßen wir nach vorsichtiger Abtötung und Dekontamination zunächst in toto. Anschließend wurden die Kröpfe vorsichtig herauspräpariert und in gleicher Sequenz und Meßanordnung auf ihre Radioaktivität überprüft. Infolge der verringerten Absorption lagen die Impulszahlen bei den herauspräparierten Kröpfen durchweg höher. Der relative Unterschied zwischen den Individuen blieb jedoch bestehen, was die Zuverlässigkeit der verwendeten Normalmethode bestätigte.

Wir versuchten zunächst auch die Abtötung der Bienengruppe mittels Kälte in einer Tiefkühltruhe durchzuführen. Da die Bienen durch die Bildung einer Wärmetraube der Erstarrung sehr lange entgegenwirkten, trat noch ein intensiver, die Ergebnisse verfälschender Nahrungsaustausch ein.

III. — ERGEBNISSE

A. — Nahrungsverteilung in Gruppen von 1 ♀ : 100 ♀♀

Unter den vorgenannten Standardbedingungen wurden die vier Rassen der Westlichen Honigbiene miteinander und in einem Versuch mit der Östlichen Honigbiene verglichen. In Abb. 1 ist die Anzahl der Arbeiterinnen (ausgedrückt in % der Versuchstiere) aufgetragen, welche nach 4 h Versuchsdauer Futter von der einen zugesetzten Geberin erhalten hatten. Für die Rassen von *A. mellifica* wurden die Ergebnisse von 5 Versuchen gemittelt, für *A. cerana* konnte aus materialbedingten Gründen nur ein einziger Versuch angesetzt werden. Bei *A. m. carnica* waren 97 %, bei *A. m. ligustica* fast 96 % der Versuchstiere in den Futteraustausch einbezogen. Auf gleichem Niveau liegen *A. cerana* (74 %) und *A. m. caucasica* (73 %), während die Heidebiene *A. m. mellifica* mit nur 30 % stark abfällt.

Einen wesentlich besseren Vergleich zwischen den Versuchsbienen ermöglicht Abb. 2. Hier wird dargestellt, wie die Futterverteilung auf die einzelnen Individuen nach 4 h erfolgt ist. Natürlich konnten wir für diese Art der Darstellung nur jeweils einen Versuch nehmen, die Versuche liegen jedoch zeitlich dicht beieinander (18. bis 21.8.1969).

Die gewählte Darstellung entspricht einem in den Arbeiten von GÖSSWALD & KLOFT (1956-1963) sowie von KNEITZ (1961) erprobten Schema: Die Anzahl der Bienen (Ordinate), welche eine bestimmte Futtermenge (ausgedrückt in Impulsen/100 sec) erhalten haben, wird in einer Reihe von Klassen zusammengefaßt, die in der Abszisse logarithmisch dargestellt sind. Bei einem zwischen 10 bis 15 Imp/100 sec liegenden Leerwert haben wir alle Tiere unter 50 Imp/100 sec in einer Klasse (10 bis 50 Imp/100 sec) zusammengefaßt. Wir betrachten diese Klasse als nicht gefüttert und schließen damit auch eventuell leicht an den Mundwerkzeugen kontaminierte Individuen aus dem Kreis der gefütterten Tiere aus. Die weiteren Klassen rangieren von 50 bis 100 Imp/100 sec, 100 bis 300 Imp/sec, 300 bis 1 000 Imp/100 sec, 1 000 bis 10 000 Imp/sec, während alle Tiere mit einer Aktivität von $> 10\,000$ Imp/100 sec in einer letzten Klasse zusammengefaßt wurden.

A. m. carnica und *A. m. ligustica* zeigen ein gutes Verteilungsbild. Vor allem bei *A. m. ligustica* entspricht der Nahrungsaustausch mengenmäßig betrachtet einer Normalverteilung. Nur sehr wenige Tiere haben nicht an der Kropfnahrung der Geberin partizipiert, desgleichen haben nur wenige Tiere einen großen Anteil ($> 10\,000$ Imp/100 sec) behalten. Da nach unseren Erfahrungen (GÖSSWALD & KLOFT, 1958) nur 6 bis 8 ♀♀ direkt aus dem Kropf der Geberin primär versorgt werden können, muß diese relativ gleichmäßige Verteilung — die Masse der ♀♀ hat mittlere Impulszahlen aufzuweisen — durch multiple sekundäre, tertiäre etc. Austauschvorgänge zustande kommen. Bei *A. m. caucasica* ist die Verteilung nach Ablauf der Standardversuchszeit von 4 h noch sehr unausgeglichen. Relativ viele Tiere haben noch keinen Anteil erhalten resp. weisen hohe Impulswerte über 1000 und 10 000 Imp/100 sec auf.

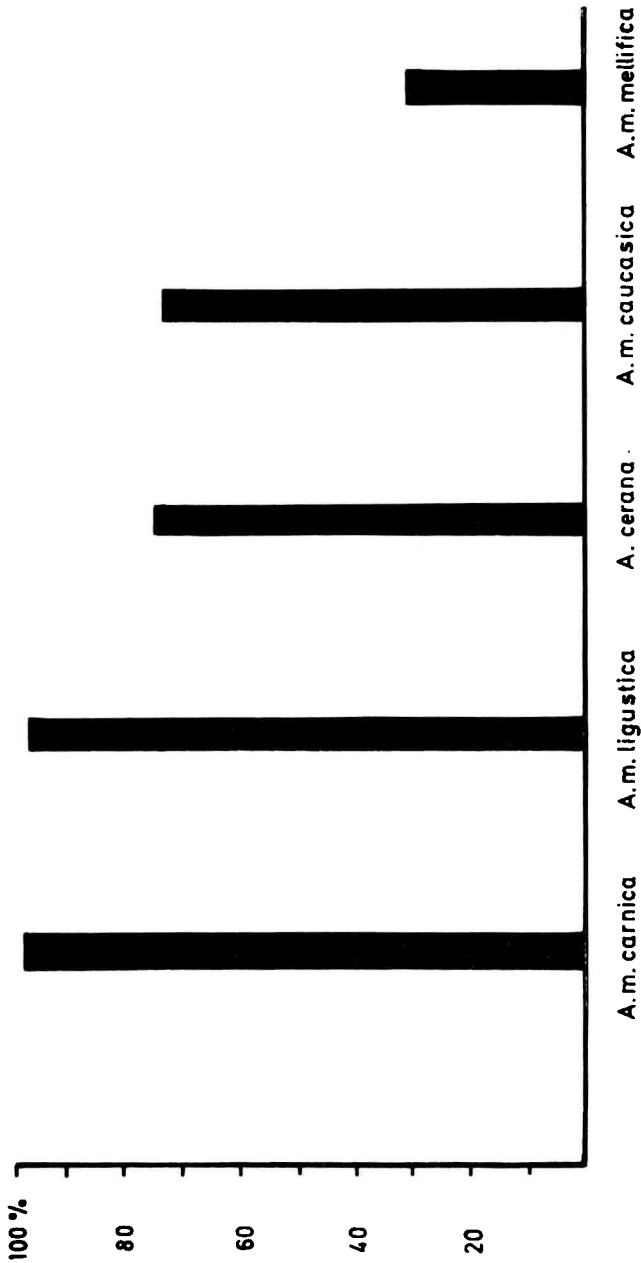


ABB. 1. — Anzahl der Arbeiterinnen (in % der Versuchstiere), welche nach 4 h Versuchsdauer Futter von der einen zugesetzten Geberbiene erhalten hatten. (Gruppengröße 1:100 Arbeiterinnen). Für die 4 Rassen von *A. mellifica* werden die Ergebnisse von jeweils 5 Versuchen gemittelt, für *A. cerana* beziehen sich die Werte nur auf 1 Gruppe von 1:100 ♀♀.

FIG. 1. — Nombre d'ouvrières (en %) qui, après les 4 heures d'expérience, ont obtenu de la nourriture de la donneuse (dimension du groupe: 1:100 ♀♀). Les valeurs sont le résultat de 5 expériences pour chacune des 4 races d'*A. mellifica*: pour *A. cerana*, elles ne se rapportent qu'à un groupe de 1:100 ♀♀.

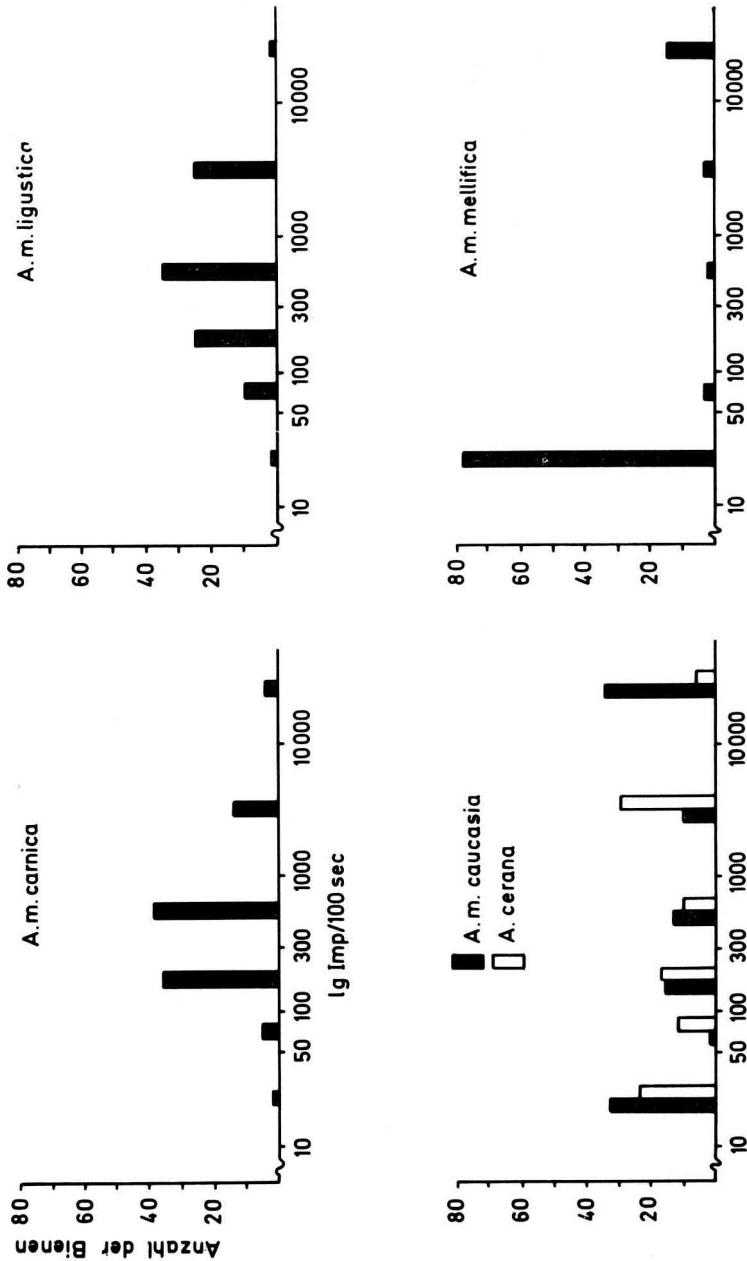


ABB. 2. — Darstellung der Futterverteilung (log Imp/100 sec/Biene) nach 4 h unter den geschilderten Standardbedingungen auf die Individuen der Gruppe (1 : 100 Arbeiterinnen). Die in der links oben befindlichen Teilabbildung angegebenen Bezeichnungen für Ordinate und Abszisse gelten für alle anderen Teilabbildungen.

FIG. 2. — Représentation de la répartition de la nourriture (log Imp/100 sec/abeille) entre les individus d'un groupe (1 : 100 ♀♀) après 4 h dans les conditions contrôlées décrites. La désignation des abscisses et des ordonnées du graphique situé en haut à gauche est valable pour les autres graphiques.

Ein ganz ähnliches Verteilungsbild wie bei *A. m. caucasica* innerhalb von 4 h ergibt sich bei der rasch und gut verteilenden Rasse *A. m. ligustica* nach der verkürzten Versuchsdauer von nur 2 h. Die bei 4 h Versuchsdauer der Rasse *A. m. ligustica* annähernd gleichwertige Krainer Biene liegt nach 2 h noch wesentlich hinter dieser.

Außerordentlich gering ist die Verteilung bei der Heidebiene *A. m. mellifica*. Im hier dargestellten Versuch sind nach 4 h noch über 80 Bienen (= 80 %) ungefüttert, etwas über 10 % haben hohe Impulszahlen von über 10 000 Imp/100 sec, während die wenigen (ca. 10) restlichen Tiere sich auf die anderen Versuchsklassen verteilen. Zweifellos verlaufen hier die Austauschvorgänge sehr viel langsamer als bei den anderen Rassen, die Verteilung befindet sich hier nach 4 h noch in einer Anfangsphase.

Die Östliche Honigbiene *A. cerana* ergab unter den gewählten Standardbedingungen ein Verteilungsbild, welches weitgehend der kaukasischen Rasse von *A. mellifica* entspricht. Wir haben deswegen die Befunde von *A. cerana* in Abb. 2 zusammen mit denen von *A. m. caucasica* dargestellt.

B. — Maximale Verteilung des Kropfinhaltes einer Geberin

Wie eingangs ausgeführt, wurden diese vergleichenden Untersuchungen dadurch ausgelöst, daß wir bei Demonstrationsversuchen in Florida mit der dort vorzugsweise gehaltenen Honigbiene vom *Ligustica*-Typ Verteilungen bis auf 200 Individuen erzielen konnten (KLOFT, 1969). Bei den in Mitteleuropa gehaltenen dunklen Bienen hatten wir Weitergaben auf 50 Nestgenossinnen (GÖSSWALD & KLOFT, 1958) resp. auf maximal 120 ♀♀ (KLOFT, 1969) erreicht.

Für eine vergleichende Untersuchung der maximalen Verteilung des Kropfinhaltes einer einzigen Geberin wählten wir wiederum die gleichen, bereits geschilderten Standardbedingungen. Auch die der Geberin applizierte Menge blieb mit 50 µl gleich. Lediglich die Anzahl der Nehmerinnen wurde wesentlich erhöht, wir arbeiteten mit Gruppen von 1 : ca. 500 ♀♀ (1). Da uns gleichaltrige Brut von *A. cerana* nicht in solch großen Mengen verfügbar war, blieb dieser Vergleich auf die Rassen der Westlichen Honigbiene beschränkt. Der Vergleichsversuch wurde nur ein einziges Mal durchgeführt (Tab. 1).

Wie sich ersehen läßt, wird der Kropfinhalt einer Geberin bei *A. m. ligustica* durch eine hohe Zahl multipler und multilateraler Austauschvorgänge auf die hohe Zahl von fast 350 Bienen in der Gruppe verteilt. *A. m. carnica* fällt deutlich zurück, während die Werte bei *A. m. caucasica* erstaunlich hoch liegen. Das Käfigvolumen blieb mit rund 170 ml unverändert zu den Versuchen im vorhergehenden Abschnitt, wir hatten also eine große und zweifellos die Austauschhäufigkeit fördernde Bienendichte.

(1). Bei dieser hohen Zahl von Nehmerinnen muß man mit kleinen Zählfehlern rechnen. Deswegen sprechen wir von ca. 500 Nehmerinnen.

TAB. 1. — Maximale Verteilung des Kropfinhaltes einer Geberin (gefüttert mit 50 μ l radioaktiv markierter Saccharose-Lösung) innerhalb von 4 h bei 31° C. Die Gruppe bestand aus ca. 500 Nehmerinnen

TAB. 1. — Répartition maximale du contenu du jabot d'une donneuse (nourrie avec une solution de saccharose marquée avec 50 μ l de radioisotope) en 4 h à 31 °C. Le groupe était composé d'environ 500 receveuses.

| Bienenrasse | Anzahl der Individuen mit gesicherter (< 50 Imp/100 sec) Radioaktivität |
|------------------------------|---|
| Race | Nombre d'individus ayant une radioactivité définie (< 50 Imp < 100 sec) |
| <i>A. m. carnica</i> | 178 ♂♂ |
| <i>A. m. ligustica</i> | 349 ♂♂ |
| <i>A. m. caucasica</i> | 338 ♂♂ |
| <i>A. m. mellifica</i> | 39 ♂♂ |

IV. — DISKUSSION

Es ist also eindeutig festzustellen, daß es unter gleichen Versuchsbedingungen Unterschiede in der Geschwindigkeit sowie im maximalen Ausmaß des sozialen Nahrungsaustausches zwischen den Rassen von *A. mellifica* gibt. Zweifellos nimmt die *Ligustica*-Rasse eine Spitzenstellung ein, womit die früheren Befunde von KLOFT (1969) bestätigt werden. Das Verteilungsbild beim willkürlich gesetzten Abschluß eines Versuchs — in unserem Falle nach 4 h — muß gewissermaßen als « Momentaufnahme » eines an sich dynamisch fortlaufenden Prozesses betrachtet werden. Bei einer Versuchszeit von nur 4 h vermischen sich noch nicht die zu vermutenden Rassenunterschiede. Kurvenbilder, welche einer « Normalverteilung » zustreben, sind wohl nur dadurch erklärbar, daß hier eine höhere Zahl wechselseitiger, multilateraler Fütterungsakte stattgefunden hat als bei den Rassen bzw. Arten, bei denen noch unregelmäßige Verteilungsbilder vorliegen. Das heißt also, daß *A. m. ligustica* eine höhere Zahl von Fütterungsakten/Zeiteinheit aufzuweisen hat als die Heidebiene *A. m. mellifica*. Da die Versuchsbedingungen streng standardisiert wurden und die Versuche zur Ausschließung etwaiger tageszeitlicher Differenzen sogar stets zur gleichen Tageszeit durchgeführt wurden, erhebt sich die Frage nach Kapazitätsunterschieden des Kropfes sowie unterschiedlicher Geschwindigkeit des Bettel-, Anbiete- und Regurgitationsverhaltens. Da die der Geberin applizierte Futtermenge mit 50 μ l in allen Fällen gleich blieb und den Tieren 1 h vor Versuchsbeginn die Nahrung, mit Versuchsbeginn auch das Trinkwasser, entzogen wurde, scheiden Kapazitätsunterschiede wohl aus. Die Nehmerinnen dürften statistisch betrachtet etwa die gleiche Kropffüllung (Futterreste, Futtersaft, Wasser) besessen haben. So bleiben wohl Geschwindigkeitsunterschiede im Ablauf der Bettel-, Anbiete- und Regurgitationsakte

zu vermuten, was durch kinematographische Analysen überprüft werden könnte. Immerhin drängt sich ein Vergleich zu den Unterschieden im Tanzverhalten der Honigbienen-Rassen auf, die von v. FRISCH und M. LINDAUER entdeckt und als « Dialekte in der Bienensprache » bezeichnet wurden.

Eine höhere Reaktionsbereitschaft der *Carnica*- und *Ligustica*-Bienen im Vergleich zu denen der *Mellifica*-Rasse führt bei Leistungsvergleichen unter nicht zu ungünstigen Witterungsbedingungen fast immer zu einer überlegenen Sammelleistung der beiden erstgenannten Rassen. Inwieweit dabei eine schnellere Einlagerung des eingetragenen Nektars durch beschleunigte Futterabgabe und -weitergabe ertragssteigernd wirken kann, wurde noch nicht geprüft.

Es stellt sich die Frage nach den Ursachen, die in den Versuchen von PERSHAD zu einer unausgeglicheneren und langsameren Futterweitergabe führten als bei unseren Untersuchungen. Die von ihr verwendeten Bienen gehörten auch der *Ligustica*-Rasse an (briefl. Mitteilung). Auch altersmäßig waren sie aus der Gruppe der zur Futterabgabe bereitwilligsten Altersstufe gewählt und nicht aus den im sozialen Futteraustausch weitgehend indifferenten und ungeschickten 1-2-tägigen Jungbienen (MONTAGNER & PAIN, 1971). Da die Empfängerbienen gleichaltrig waren, konnte auch nicht die altersmäßig differenzierte Futterverteilung eintreten, wie sie LANGE (1967) bei Waldameisen beobachtete. Eine wichtige Differenz bei der Versuchsdurchführung bestand in der Größe der Käfige. PERSHAD arbeitete mit dem sog. Liebefelder Kästchen, das ein Volumen von ca. 780 cm³ hat. Unsere Okulierkäfige maßen dagegen nur 170 cm³. Bei der von PERSHAD häufig gewählten Gruppengröße von 50 Tieren standen jeder Biene etwa 15,4 cm³ zur Verfügung, in unseren Versuchen jedoch nur 1,7 cm³. Das unterschiedliche Raumverhältnis von ca. 1 : 9 mag zu einem erhöhten Kontakt bei unserer Versuchsanordnung geführt und dadurch die Austauschvorgänge begünstigt haben.

Als weitere Faktoren, die zu einer unterschiedlichen Futteraufnahme bei Bienen führen, wurden die Lufttemperatur während des Saugaktes (NUNEZ, 1966), der Füllungszustand der Rectalblase (RAU, 1970) und unterschiedliche Kropfkapazitäten bei verschiedenen Bienenrassen gefunden (BEIG et al., 1972). Temperaturdifferenzen und Füllungszustand der Rectalblase sind als Ursache unterschiedlicher Saugbereitschaft bei unseren Versuchen aufgrund der strikten Standardisierung auszuschließen. Bei dem mengenmäßig minimalen Futterangebot der Geberin kann auch rassistisch bedingte unterschiedliche Aufnahmekapazität der Nehmerinnen kein begrenzender Faktor für den Austauschvorgang sein.

Die Unterschiede in der Futterweitergabe sind wohl im Bereich der Schnelligkeit sozialer Kontaktaufnahme zu suchen, d.h. im rassetypischen Verhalten. Hier mehren sich die Befunde über rassetypisch unterschiedliche Schwellenwerte für Lerngeschwindigkeit (LAUER & LINDAUER, 1973), Lernverhalten

(MENZEL, FREUDEL & RÜHL, 1973), die Tanzbereitschaft in Abhängigkeit vom Füllungszustand der Honigblase (LEWTSCHENKO *et al.*, 1971) und in der Mobilisierungsbereitschaft zum Sammelflug bei den verschiedenen Bienenrassen (LOPATIN & PONOMARENKO, 1971). Die Tanz- und Mobilisierungsbereitschaft ist auch hier bei der *Carnica*-Biene erheblich höher als bei den *Mellifica*-Bienen. Diese beiden Aktivitäten stehen auch in einer direkten Beziehung zur Effizienz des Nahrungserwerbes.

Eingegangen im Februar 1975
Reçu pour publication en février 1975.

RÉSUMÉ

Un résultat obtenu par hasard en Floride avec l'abeille utilisée dans cette région (*Apis mellifica ligustica*) nous incita à tester dans des conditions expérimentales contrôlées la répartition sociale de la nourriture dans des groupes d'ouvrières (1 : 100 ♀♀) de 4 races de l'abeille *Apis mellifica* : *A. m. carnica*, *A. m. ligustica*, *A. m. caucasica* et *A. m. mellifica*.

On a utilisé comme donneuses et receveuses des ouvrières de même âge écloses à l'étuve à 31°C. Les expériences de répartition se déroulaient à 31 °C sous 75-80 p. 100 d'humidité relative. Une heure avant le début de l'expérience on retirait la nourriture aux abeilles; durant l'expérience l'eau, source possible de contamination, était également supprimée. On fournissait à la donneuse la quantité précise de 50 µl d'une solution de saccharose à 20 p. 100 marquée au ³²P (activité spécifique 0,5-1,0 mCi/ml). Quatre heures plus tard exactement les groupes expérimentaux étaient endormis au CO₂ puis finalement tués au chloroforme. De plus, par précaution, on les décontaminait avec soin avant d'effectuer les mesures. On a pris le nombre d'impulsions (Imp./100 sec.) comme mesure de la participation aux échanges de nourriture, et une limite inférieure fut choisie afin d'éliminer les insectes qui présentaient une contamination peu importante. Pour chacune des 4 races on a représenté sur la Fig. 1 la répartition globale et sur la Fig. 2 la répartition selon le nombre d'impulsions. On a pu utiliser *Apis cerana* Fabr. à titre de comparaison. Lors d'une autre expérience avec des groupes constitués d'une donneuse pour 500 receveuses on a recherché quelle était en 4 heures la répartition maximale de la nourriture stockée dans le jabot d'une donneuse (50 µl). On a trouvé des différences importantes entre les 4 races étudiées (pour ce cas on n'a pas pu utiliser *Apis cerana* comme comparaison), voir Tabl. 1. On discute des causes et de l'interprétation possible de ces différences.

LITERATUR

- BEIG D., PISANI J. F., KERR W. E., 1972. Capacidade stomacal da abelhas operárias de duas subspécies de *Apis mellifica* L. (Hymenoptera, Apoidea), *Ciência e Cultura* **24**, 464-468.
- BHATKAR A. P., u. KLOFT W. J., 1975. Interspecific trophallaxis in *Solenopsis invicta* and other Myrmicinae. *Amer. Natur.*, i. pr.
- CHALIFMAN J., 1955. *Les Abeilles*. Les conquêtes de l'apiculture. La biologie de la ruche. Éd. de Langue étrangère, 248-249.
- COURTOIS G., LECOMTE J., DELVERT-SALLERON F., 1961. Étude des échanges de nourriture à l'intérieur de la ruche entre les Abeilles ouvrières, *Apis mellifica*. *C. R. Acad. Sci.* **262**, 1057-1059.
- DELVERT-SALLERON F., 1963. Étude au moyen de radio-isotopes des échanges de nourriture entre reines, mâles et ouvrières d'*Apis mellifica* L. *Ann. Abeille* **6**, 201-227.

- DOUAULT PH., 1966a. Étude de la contamination externe de l'abeille *Apis mellifica* et son milieu par un radio-isotope introduit dans la nourriture. *Ann. Abeille* **9**, 37-45.
- DOUAULT PH., 1966b. Amélioration d'une technique de recherche de la contamination de l'abeille marquée au moyen d'un radio-isotope. *Ann. Abeille* **9**, 165-169.
- DOUAULT PH., LOUVEAUX J., THEURKAUFF J., AZEUF P., PINTENA J., 1974. Étude du stockage des réserves par les Abeilles au moyen d'un sirop de sucre marqué au ^{14}C . *Apidologie* **5**, 107-126.
- FREE J. B., 1957. The transmission of food between worker honey bees. *Brit. J. Anim. Behav.* **5**, 41-47.
- GÖSSWALD K. u. KLOFT W., 1956. Untersuchungen über die Verteilung von radioaktiv markiertem Futter im Volk der Kleinen Roten Waldameise (*Formica rufa pratensis minor*). *Waldhygiene* **1**, 200-202.
- GÖSSWALD K. u. KLOFT W., 1958. Radioaktive Isotope zur Erforschung des Staatenlebens der Insekten. *Umschau* **24**, 742-745.
- GÖSSWALD K. u. KLOFT W., 1963. Tracer experiments on food exchange in ants and termites. In « *Radiation and Radioisotopes applied to insects of agricultural importance* », Int. Atomic Energy Agency Vienna, 25-39.
- KLOFT W., 1969. Radioaktive Isotope und ionisierende Strahlung bei der Erforschung und Bekämpfung von Insekten. Arbeitsgemeinschaft f. Forschg. d. Ld. Nordrhein-Westfalen **196**, 47-76.
- KNEITZ G., 1961. Tracerversuche zur Futterverteilung bei Waldameisen. *Symposia Genetica et Biologica*, 4. Congr. I.U.I.S. Pavia **11**, 38-49.
- LANGE R., 1967. Die Nahrungsverteilung unter Arbeiterinnen des Waldameisenstaates. *Z. Tierpsychol.* **24**, 513-545.
- LAUER J. u. LINDAUER M., 1973. Die Beteiligung von Lernprozessen bei der Orientierung. *Fortschr. d. Zoologie* **21**, 349-370.
- LECOMTE J., 1961. Le comportement agressif des ouvrières d'*Apis mellifica* L. *Ann. Abeille* **4**, 165-270.
- LEWTSCHENKO I. A., BAGRIJ I. G., OLIFIR W. N. u. SCHALIMOW I. I., 1971. Schwellenwerte für Mobilisierungstänze verschiedener Bienenrassen. XXIII. Int. Bienenzüchterkongreß, Moskau 425-429.
- LOPATIN N. G. u. PONOMARENKO W. W., 1971. Rassenvariabilität der Signaltätigkeit der Honigbiene im Zusammenhang mit einer Reihe physiologischer Merkmale. XXIII. Int. Bienenzüchterkongreß, Moskau 429-432.
- MENZEL R., H. FREUDEL u. RÜHL U., 1973. Art- und rassenspezifische Unterschiede im Lernverhalten der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). *Apidologie* **4**, 1-24.
- MONTAGNER H., PAIN J., 1971. Analyse du comportement trophallactique de jeunes abeilles (*Apis mellifica* L.) par l'enregistrement cinématographique. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris* **272**, 297-300.
- NIXON H. L. u. RIBBANDS C. R., 1952. Food transmission within the honey-bee community. *Proc. R. Soc. (B)* **140**, 43-50.
- NUNEZ J. A., 1966. Quantitative Beziehungen zwischen den Eigenschaften der Futterquellen und dem Verhalten von Sammelbienen. *Z. vergl. Physiol.* **53**, 142-164.
- PERSHAD S., 1967. Analyse de différents facteurs conditionnant les échanges alimentaires dans une colonie d'abeilles *Apis mellifica* L. au moyen du radio-isotope P^{32} . *Ann. Abeille* **10**, 139-197.
- RAU G., 1970. Zur Steuerung der Honigmagenfüllung sammelnder Bienen an einer künstlichen Futterquelle. *Z. vergl. Physiol.* **66**, 1-21.