DIE PHÄNOANALYSE DER ABDOMINAL-TERGITE VON DROHNEN VERSCHIEDENER GEOGRAPHISCHER RASSEN DER HONIGBIENE (*APIS MELLIFICA* L.) UND IHRER KREUZUNGEN ⁽¹⁾

J. KULINČEVIĆ

*Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde
der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn (Allemagne)*

SOMMAIRE

L'auteur a procédé à la phéno-analyse de la pigmentation des Tergites abdominaux chez 1 300 mâles d'abeilles appartenant à 9 races géographiques différentes et à divers croisements réalisés par insémination artificielle. La pigmentation présentée par les différentes races peut entrer dans un système de 10 classes, sauf en ce qui concerne *A. m. ligustica* qui nécessite une échelle particulière. L'analyse de la pigmentation des descendants mâles de croisements de races laisse supposer une base polygénique de la formation des dessins. Il n'y a pas de matroclinie. L'influence dominante du partenaire le plus foncé a été mise en évidence.

A. — EINLEITUNG

Die Pigmentierung der Abdominal-Tergite bei Biene und Drohn sahen bereits GERSTÄCKER (1862) und BUTTEL-REEPEN (1906) als wertvolles taxonomisches Merkmal bei der Abgrenzung der geographischen Bienenrassen an. Bei der Charakterisierung der Bienenrassen durch die imkerlichen Praktiker sprach man auch, bedingt durch die dominierende Färbung des Abdomens, von der *Apis mellifica mellifica* als der schwarzen deutschen Biene, von der *Apis mellifica ligustica* als der gelben italienischen Biene.

BOVERI (1915) und ZANDER (1921) begannen, die grob morphologische Beurteilung der Abdominal-Pigmentierung durch Anfertigung und Auswertung von Abdominal-Präparaten zu verfeinern. Weitere Untersuchungen dieser Art über die Pigmentverteilung in den Tergiten der Drohnen führten ARMBRUSTER (1923) und ZANDER (1923) durch. ARMBRUSTER lehnte eine Rasseneinteilung nach Farbmerk-

⁽¹⁾ Dissertation an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Univerität. Bonn vom 9. Dez. 1965

malen des Abdomens ab und stellte eine einheitliche Klassifizierung, die für alle Rassen gültig sein sollte, durch Beurteilung des dritten Tergits auf. ZANDER hingegen hob die Bedeutung der Abdominalfärbung als Rassenmerkmal hervor und charakterisierte in seiner Klassifikation spezielle *Mellifica*-, *Ligustica*- und *Cypria*-Typen.

Die Frage nach der Bedeutung der abdominalen Pigmentierung für die Taxonomie der Biene wurde erneut von GOETZE (1951) durch seine detaillierte Analyse der Musterbildungen bei *Ligustica*-Drohnen aufgegriffen. Weiterhin lieferten ROBERTS (1950), GIAVARINI (1953), van den BERG (1957) und RUTNER (1963) Beiträge zu diesem Thema.

Die Bewertung von Pigmentmustern für die Rassen-Diagnose wird erschwert durch das starke Auftreten unkontrollierter Bastardierung der Bienenrassen auf Grund der Einfuhr von ortsfremden Bienen aus ökonomischen Gründen durch die Bienenzüchter.

Um vor der in naher Zukunft zu erwartenden völligen Bastardierung und Verdrängung geographischer Bienenrassen durch wirtschaftlich überlegene noch einen Überblick der im europäisch-mediterranen Bereich vorhandenen endemischen Bienenrassen mit ihren Zeichnungsmustern zu geben, wurden in der vorliegenden Arbeit Drohneproben verschiedener geographischer Herkunft unter Beachtung ihrer Pigmentierung ausgewertet.

Mit Hilfe der von MACKENSEN und ROBERTS (1948) vervollkommenen Methode der instrumentellen Samenübertragung konnten von einigen im hiesigen Institut vorhandenen Bienenrassen kontrollierte Kreuzungen vorgenommen werden und durch ihre Pigmentmuster-Analyse die Vorarbeiten für eine eingehendere Analyse der polygenen Basis dieser Musterausbildung geleistet werden.

B. — DIE KLASSIFIKATION DES ABDOMINALEN ZEICHNUNGSMUSTERS VON DROHNEN VERSCHIEDENER GEOGRAPHISCHER RASSEN

I. — ARBEITSMETHODEN

a) *Material und Methode*

Bei den Drohnen der Honigbiene haben wir es normalerweise wegen ihrer azygoten Herkunft mit « personifizierten Gameten » (ARMBRUSTER, 1919) zu tun. Die Drohnennachkommenschaft jeder Königin stellt ein Spektrum aller ihrer Erbanlagen ohne Verschleierung durch die Wirkung eines väterlichen Genoms dar.

Material. Das Drohnenmaterial für meine Untersuchung (Tab. 1) wurde zum Teil in konservierter Form aus den Ursprungsgebieten (Herkunft siehe in Abb. 1) der Bienenrassen bezogen⁽¹⁾, zum Teil stand es in der Sammlung des hiesigen Instituts in feucht oder trocken konservierter Form zur Verfügung, oder war von lebenden Völkern des Instituts-Bienenstandes zu erlangen.

Diesjenigen Proben, die ich zugeschickt erhielt, sollen nach Mitteilung der Züchter jeweils von einer Königin abstammen, doch muss bei normaler Aufstellung der Völker immer mit einem unterschiedlichen Ausmass an Verflug von Arbeiterinnen aber auch von Drohnen gerechnet werden. Dieser Tatbestand ist für die Festlegung der rassetypischen Pigmentierung jedoch nicht entscheidend. Sicher sind die Proben, die von Instituts-Völkern entnommen wurden, frei von Verflug oder Mischung, da die verdeckelte Drohnenbrut in einer Absperrgitter-Wabentasche gehalten wurde,

⁽¹⁾ Den in Tab. 1 namentlich angeführten Kollegen sei für die Übersendung des Materials an dieser Stelle gedankt.

und die Bienen diese Brut nur durch das Absperrgitter pflegen konnten. Geschlüpfte Drohnen entnahm ich nach 4-6 Tagen und konservierte die Proben in 70 % igem Alkohol. Darin wurden sie bis zur Bearbeitung durchschnittlich 2 Monate belassen. Wichtig bei der Konservierung war die Erhaltung der Herauslösbarkeit der Muskulatur des Abdomens, ohne dass ein Verlust an Pigment bei den Tergiten auftrat.

TABLEAU I

Vue d'ensemble des mâles étudiés

TABELLE I

Übersicht der untersuchten Drohnenproben

Probe	Geogr. Rasse	Jahr	Land	Züchter	Anzahl	Konserv. (%)
<i>L</i> ₁	<i>Ligustica</i>	1964	Ital.	Piana	62	70 Alk.
<i>L</i> ₂	<i>Ligustica</i>	1964	Ital.	Tortora	40	70 Alk.
<i>L</i> ₃	<i>Ligustica</i>	1963	Dtld.	Inst. Bonn	50	70 Alk.
<i>L</i> ₄	<i>Ligustica</i>	1964	Dtld.	Inst. Bonn	94	70 Alk.
<i>L</i> ₅	<i>Ligustica</i>	1964	Dtld.	Inst. Bonn	50	70 Alk.
<i>S</i> ₁	<i>Sahariensis</i>	1962	Marok.	Haccour	34	70 Alk.
<i>S</i> ₂	<i>Sahariensis</i>	1963	Marok.	Haccour	38	70 Alk.
<i>S</i> ₃	<i>Sahariensis</i>	1962	Marok.	Haccour	92	70 Alk.
<i>S</i> ₄	<i>Sahariensis</i>	1964	Dtld.	Inst. Bonn	64	70 Alk.
<i>F</i> ₁	<i>Fasciata</i>	1964	Ägypt.	El Banby	53	70 Alk.
<i>F</i> ₂	<i>Fasciata</i>	1964	Ägypt.	El Banby	35	70 Alk.
<i>F</i> ₃	<i>Fasciata</i>	1952	Dtld.	Meyerhoff	26	Trocken
<i>C</i>	<i>Cypria</i>	1943	Dtld.	Meyerhoff	31	Trocken
<i>P</i> ₁	<i>Persica</i>	1964	Pers.	Saremi	5	70 Alk.
<i>P</i> ₂	<i>Persica</i>	1964	Pers.	Saremi	5	70 Alk.
<i>P</i> ₃	<i>Persica</i>	1964	Pers.	Saremi	11	70 Alk.
<i>A</i>	<i>Armenica</i>	1964	Russl.	Gluschkow	101	70 Alk.
<i>K</i>	<i>Caucasica</i>	1952	Dtld.	Wohlgemuth	31	Trocken
<i>Ca</i> ₁	<i>Carnica</i>	1964	Dtld.	Inst. Bonn	33	70 Alk.
<i>Ca</i> ₂	<i>Carnica</i>	1952	Österr.	Graz	31	Trocken
<i>Ca</i> ₃	<i>Carnica</i>	1964	Jugos.	Banat	81	70 Alk.
<i>N</i> ₁	<i>Mellifica</i>	1964	Dtld.	Inst. Bonn	33	70 Alk.
<i>N</i> ₂	<i>Mellifica</i>	1952	Dtld.	Inst. Bonn	31	Trocken

Methode. Für meine Untersuchung musste ich das Drohnen-Abdomen von der Muskulatur und den anderen abdominalen Organen befreien. Dazu wurden die Abdomina von der Bauchseite her so geöffnet, dass alle Tergite zusammenhängend blieben und die Organe mechanisch entfernt werden konnten. Die so präparierten und abgetrockneten Abdomina bewahrte ich vor Licht geschützt in Milchsäure auf. Die in diesem Medium aufbewahrten Präparate standen ohne Veränderung ausreichend weich und gleichmässig durchsichtig für die Zeichnung und Klassifizierung zur Verfügung.

Getrocknete Drohnen aus der Instituts-Sammlung erforderten eine andere Behandlung. Die abgetrennten Abdomina wurden 10-12 h in warmes Wasser gelegt, danach wurden sie 24 Stunden lang in 5 % iger Kalilauge bei 30°C im Wärmeschränk belassen. Die Kalilauge bewirkte eine Erweichung der Abdomina, hatte aber auch als Nachteil eine schwache Herauslösung des schwar-

ABB. 1. — Geographische Herkunft der Drohnenproben zur Untersuchung der abdominalen Zeichnungsmuster

FIG. 1. — Provenance géographique des mâles pour l'étude du dessin abdominal

TABLEAU 2

Comparaison de la terminologie de différents auteurs dans la description des tergites mâles

TABELLE 2

Ein Vergleich der Terminologie verschiedener Autoren bei Beschreibungen der Drohnergite

ARMBRUSTER	ZANDER	GOETZE	KULINČEVIĆ
Bügel	Vorderrandstreifen mit beilförmigen Seitenflecken	Vorderrandspangen	Vorderrandstreifen mit Seitenflecken
Sattel	Mittelfeld mit 2 Seitenrandbuchten	Mittelstreifen Rücken-Flanken u. Lappen	Mittelstreifen mit Seiteneinsprünge Rücken-Flanken u. Lappen
(Sattel-)Bucht	Hinterrand- oder Mittelfeldbuchten	Buchten	Buchten
Endmitte	Rückenteil des Hinterrandstreifens	Hinterrandstreifen Sattelstreifen	Hinterrandstreifen Sattelstreifen
Endseiten	Seitenstreifen des Hinterrandstreifens	Seitenstreifen	Seitenstreifen
	Inseln	Inseln	Inseln
		Spiegel	Spiegel

zen Pigments zur Folge. Die weitere Behandlung der Abdomina erfolgte in der gleichen Weise wie bei den feucht konservierten Tieren.

Für die nachfolgende Beurteilung und Klassifizierung der Zeichnungsmuster musste ich alle Abdomina in spezielle Vordrucke detailliert einzeichnen. Da bei der Pigmentierung und Musterbildung eine Asymmetrie selten ist, beschränkte ich mich auf die Zeichnung einer Tergithälfte. Dazu wählte ich die rechte Körperseite. Auf einen dem Drohnenhinterleib angepassten Glashaken schob ich die Abdomina so auf, dass dadurch alle Tergite gespreizt sehr gut sichtbar wurden. Die Verteilung von den unterschiedlich pigmentierten Flächen beurteilte ich mit Hilfe einer binokularen Lupe bei 4-facher Vergrößerung.

b) Erläuterung der Begriffe

Die Beschreibung der Abdominal-Färbung setzt eine einheitliche Terminologie voraus. Die früheren Untersucher des Objektes BOVERI (1915), ARMBRUSTER (1923), ZANDER (1923), GOETZE (1951) stimmen in den Termini der verschiedenen Tergitbereiche nicht überein. In Tabelle 2 ver-

ABB. 2. — 2. und 3. Tergit des Drohnen-Hinterleibes

FIG. 2. — 2^e et 3^e tergites de l'abdomen du mâle

Vst = Vorderrandstreifen
Mst = Mittelstreifen
Hst = Hinterrandstreifen
S₁ = Sattelstreifen
S₂ = Seitenstreifen
Z = Seitenflecken
Z₁ = Seitenfleckchen

R = Rücken
Fl = Flanken
L = Seitenlappen
B = Buchten
Sp = Spiegel
I = Inseln
St = Stigma

suchte ich, entsprechende Termini der verschiedenen Autoren einander zuzuordnen. GOETZE übernahm weitgehend die Begriffe von ZANDER. Meine Terminologie entspricht zum Teil der von GOETZE (1951) benutzten, findet aber, bedingt durch die detailliertere Analyse, einige Abänderungen und Ergänzungen. So wird von mir der Ausdruck « Vorderrandstreifen » entsprechend der ZANDER'schen Terminologie dem Ausdruck « Vorderrandspange » vorgezogen. Das von ZANDER als « beilförmige Seitenflecken » bezeichnete Zeichnungsmuster nenne ich « Seitenflecken » und halte als zusätzliches, benachbart liegendes Muster die « Seitenfleckchen » für eine Klassifizierung erforderlich. Die « Seitenrandbuchten » nenne ich « Seiteneinsprünge » um Verwechslungen mit den anderen « Buchten » zu vermeiden.

Abb. 2 vermittelt einen Eindruck von der räumlichen Zuordnung der Zeichnungsmuster auf dem II. und III. Drohnen-Tergit. Dabei ist vorauszuschicken, dass II. (und III.) Tergit in allen folgenden Ausführungen, wie es auch in den älteren Arbeiten gehalten wurde, bei den Drohnen entwicklungsmässig in Wirklichkeit das III. Tergit (SNODGRASS 1956) ist. Das I. Tergit gehört zum Propädeum am Thorax-Abschnitt, und Tergit II bildet beim Drohn nur eine kleine Schale am Vorderende des Abdomens. Die Zählung erfolgt in meiner Arbeit und bei den älteren Autoren somit nur nach den zum Abdomen gehörenden Tergiten.

Während ZANDER (1921/23) das II., III., IV. und V. Tergit untersuchte, ARMERUSTER (1923) Tergit III, GOETZE (1951) Tergit II, III, IV, V und VI, ROBERTS (1951) das gesamte Abdomen und RUTNER (1963) Tergit II, untersuchte ich Tergit II, III, IV und V. Nach meiner Meinung genügt das, um einen ausreichenden Eindruck von der Pigmentverteilung und Musterbildung des Hinterleibes zu erhalten. Die genaueste Analyse erfolgte an Tergit II.

c) Aufstellung des Klassensystems

Die Färbung des Drohnenabdomens stellt die Resultante von fünf Einzelkomponenten dar :

1. Die Pigmentfarben unterschiedlichen chemischen Aufbaues. Soweit bisher bekannt, gehören die gelben Pigmente den Flavonen, die schwarzen den Melaninen an.
2. Die Pigmentdichte, die den Farbton bestimmt.
3. Die Mischung der beiden Pigmentkomponenten, die ebenfalls von Einfluss auf den Farbton ist.
4. Das Zeichnungsmuster, d.h. die geordnete räumliche Verteilung der Pigmente über die Tergit-Fläche.
5. Die Feinstruktur der chitinösen Trägersubstanz, die spezielle Oberflächeneffekte hervorruft.

Die bei den Arbeiterinnen für den farblichen Gesamteindruck so entscheidende Behaarung fällt bei den Abdomina der Drohnen nicht ins Gewicht.

In der vorliegenden Arbeit wurde primär die Ausgestaltung der dunklen Muster auf dem gelben Untergrund der Tergite untersucht. Die Zeichnungen der mehr als 1 000 Exemplare verschiedener geographischer Herkunft wurden so angeordnet, dass eine kontinuierliche Reihe in der Ausbreitung des dunklen Farbmusters über die Abdominal-Tergite entstand (Abb. 3). Nach meiner Ansicht ist für die Rassengruppe, die die *Apis mell. carnica*, *A. mell. mellifica*, *A. mell. lamarkii* — *Fasciata*, *A. mell. armenica*, *A. mell. meda* — *Persica* und *A. mell. intermissa-Sahariensis* umfasst, eine 10-klassige Einteilung angemessen. Für die *Apis mellifica ligustica* war ein eigenes System erforderlich, das in der Beschreibung noch gerechtfertigt wird.

Allgemeines Schema der 10 Klassen der untersuchten Drohnen-Tergite verschiedener geographischer Rassen von *Apis mellifica* L.

Klasse A-I : Der Mittelstreifen des 2. T. ist gelb, der Spiegel breit geöffnet. Die Vorderrandstreifen des 3. T. sind nur mit dünnem Pigment versehen, aber zumeist noch nicht verbunden. Im übrigen ist der ganze Mittelstreifen melaninfrei. Das 4. T. ist mit Melanin schon stärker bedeckt, und der kleine Spiegel ist breit. Die Seiteneinsprünge sind tief. Das 5. T. ist dem 4. ähnlich. Auch hier finden wir Spiegel und offene Seiteneinsprünge gelb pigmentiert.

Klasse A-II : Das 2. T. ist dem der Klasse I ähnlich, nur der dunkle Rand des Spiegels ist dunkler pigmentiert aber weiter geöffnet. Das 3. T. ist schon durch die Pigmentierung der Spiegel-Umrandung ganz verschlossen. Sehr selten geht die Pigmentierung jedoch weiter zum Sattelstreifen. Bei einigen Rassen (*Fasciata*, *Sahariensis* und *Cypria*) verläuft die Pigmentierung umgekehrt, d.h. der kleine Spiegel bleibt offen, die Buchten enthalten schon Pigment und entlang des Sattelstreifens sind die Buchten schon verbunden. Der Mittelstreifen ist zum Teil mit einem gelben Ring zu vergleichen. Das 4. T. hat einen kleinen gelben Spiegel, ziemlich tiefe gelbe Seiteneinsprünge

ABB. 3. — Vergleichende Darstellung der Musterausbildung abdominaler Tergite bei Drahnen verschiedener geographischer Rassen der Honigbiene (A- und B-System) und Rassenkreuzungen (C-System), jeweils in 10 Klassen gegliedert.

FIG. 3. — Représentation des dessins des tergites abdominaux chez les mâles d'abeilles de races géographiques différentes (Systèmes A et B) et issus de croisements (Système C)
Ces dessins sont répartis en 10 groupes

und der Mittelstreifen ist verdunkelt. Das 5. T. enthält einen sehr stark verkleinerten Spiegel und in sich geschlossene gelbe Inseln. Die Seitenflanken sind auch mehr oder weniger stark pigmentiert.

Klasse A-III : Der Spiegel des 2. T. ist noch offen, aber die Buchten sind mit Pigment besetzt. Das 3. T. hat Seiteneinsprünge, die melaninfrei sind und der kleine Spiegel ist ebenfalls gelb. Die Seitenflanken enthalten keine Spuren von Melanin. Der Mittelstreifen ist verdunkelt. Das 4. T. enthält noch kleine gelbe Spiegel und Seiteneinsprünge, aber die Ausdehnung des Pigments greift jetzt immer weiter von den Buchten zu den Flanken über. Das 5. T. enthält nur noch gelbe Inselchen, ansonsten ist es ganz pigmentiert.

Klasse A-IV : Die Spiegelumrandung des 2. T. ist jetzt geschlossen, da beide Vorderrandstreifen in der Medianlinie völlig aneinanderstossen. Der Mittelstreifen ist gelb und die Buchten enthalten kein Pigment. Der Mittelstreifen des 3. T. ist ausser Seiteneinsprünge und kleinen Spiegeln verdunkelt. Die Seitenflanken sind pigmentfrei. Das 4. T. hat noch gelbe, verkleinerte Spiegel und schmale Seiteneinsprünge, die kein Melanin enthalten. Das 5. T. ist ausser den sehr kleinen gelben Inseln dunkel pigmentiert.

Klasse A-V : Die Pigmentierung am Rande des geschlossenen Spiegels beim 2. T. verläuft caudal in spitzer Form in Richtung des Sattelstreifens. Eine andere Spitze entwickelt sich entgegengesetzt und drängt in die Mitte des Spiegels. Die Buchtenflächen sind stark ausgebildet, aber noch nicht mit dem Vorderrandstreifen verbunden. Ein Teil des Mittelstreifens zeigt noch seine gelbe Farbe. Das 3. und 4. T. haben noch gelbe Seiteneinsprünge und kleine Spiegel. Das 5. T. ist verdunkelt und enthält noch sehr kleine gelbe Inseln.

Klasse A-VI : Hier ist der Spiegel des 2. T. noch kleiner geworden. Die Melanineinlagerung in Richtung des Sattelstreifens ist herzförmig ausgebildet und erreicht diesen bereits. Die entgegengesetzte, frontal gerichtete Spitze (siehe Klasse V.) hat die Mitte des Spiegels überschritten. Die Buchtenflächen sind durch Melaninausdehnung mit dem Vorderrandstreifen verbunden. In den Mittelstreifen sind noch gelbe Flächen entlang dem Sattelstreifen eingelagert. Die Seitenflanken sind gelb. Manchmal kommt auch eine Pigmentausweitung von den Seitenflächen in die Seitenlappen vor. Das 3. T. ist dunkel pigmentiert und hat schmale gelbe Seiteneinsprünge und kleine Spiegel. Das 4. ähnelt dem 3.. Das 5. T. enthält nur kleine, gelbe Inselchen.

Klasse A-VII : Die Spitze von dunklem Pigment hat den Spiegel des 2. T. in 2 Teile geteilt. An den Flanken schreitet die Ausdehnung des Melanins weiter fort, doch sind die Seiteneinsprünge noch breit und melaninfrei. Die gelbe Fläche entlang dem Sattelstreifen ist kleiner geworden und bei einigen Rassen existiert diese bereits nicht mehr. Das 3., 4. und 5. Tergit entsprechen denen der Klasse VI.

Klasse A-VIII : Der Spiegel des 2. T. ist völlig melanisiert. Die gelben Seiteneinsprünge sind kleiner und enger geworden. Die dunkle Pigmentierung ist noch weiter in die Seitenflanke vorgedrungen und die gelbe Fläche entlang dem Sattelstreifen annähernd verschwunden. Das 3. T. hat noch gelbe, melaninfreie, kleine Spiegel und sehr kleine Seiteneinsprünge. Das 4. T. enthält einen melaninfreien kleinen Spiegel und kleine Inseln. Das 5. T. ist ganz verdunkelt.

Klasse A-IX : Das 2., 3. und 4. T. enthalten noch melaninfreie Inseln. Das 5. T. ist vollständig melanisiert.

Klasse A-X : Alle Tergite, bzw. Mittelstreifen des Hinterleibes sind vollständig vom Melanin eingenommen und ohne gelbe Zeichen.

Diese Klassen sollen für die Mehrzahl der in dieser Arbeit behandelten geographischen Rassen der Art *Apis mellifica* L. gelten. Natürlich kann das nur ein willkürlich durch die Vorstellung des Untersuchers gesetzter Rahmen sein. In der Einzelanalyse der Rassen werde ich nur noch Besonderheiten und kleinere Unterschiede der verschiedenen Rassen unterstreichen.

Schema der 10 Klassen der untersuchten Drohnen-Tergite der geographischen Rasse A. mellifica ligustica SPIN 1808

Klasse B-I : Die Mittelstreifen des 2. und 3. T. sind gelb. Der Spiegel des 2. T. ist breit geöffnet. Der Mittelstreifen des 4. T. ist auch gelb, jedoch findet man bei manchen Drohnen die Mitte der Vorderrandstreifen mit dünnem Pigment verbunden. Der Mittelstreifen des 5. T. ist schon pigmentiert, doch haben wir entlang dem Sattelstreifen ellipsenförmige Aufhellungen. Die Seiteneinsprünge sind tief und melaninfrei, und der kleine Spiegel dieses Tergites ist relativ breit.

Klasse B-II : Die Mittelstreifen des 2. und 3. T. sind melaninfrei. Der dunkle Rand des Spiegels beim 2. T. ist stärker melanisiert und der gelbe Durchbruch in der Medianlinie enger geworden,

aber noch nicht geschlossen. Den Mittelstreifen des 4. T. bedeckt bereits Melanin. Auch hier finden wir die gelben, ellipsenförmigen Ausbuchtungen in frontaler Richtung entlang dem Sattelstreifen, dazu gelbe Seiteneinsprünge. Dieses Tergit enthält ebenfalls einen etwas grösseren Spiegel. Das 5. T. ist dem 4. T. analog, nur ist hier die Melanisierung stärker ausgebildet.

Klasse B-III: Der Mittelstreifen des 2. T. ist melaninfrei, die Spiegelumrandung aber jetzt geschlossen. Der Mittelstreifen des 3. T. ist ebenfalls fast melaninfrei. Nur bei einigen Drohnen finden wir dort eine dünne Melanisierung, wo die Vorderrandstreifen einen kleinen Spiegel ausbilden. Der Mittelstreifen des 4. T. ist schon melanisiert, aber die ellipsenförmigen Flächen und Seiteneinsprünge sind noch melaninfrei. Das 5. T. ist sehr stark pigmentiert, nur die ganz kleinen Spiegel und die engen Seiteneinsprünge sind noch gelb geblieben. Die Melanisierung entlang der Seiten-Sattelstreifen ist in die Seitenflanken verlängert.

Klasse B-IV: Der Spiegel des 2. T. ist geschlossen, aber die jetzt zusammenhängenden Vorderrandstreifen haben median zwei melanisierte Spitzen ausgebildet. Eine Spitze verläuft frontal, die andere caudal. Der Mittelstreifen ist noch gelb. Beim 3. T. haben wir schon im Bereich des Mittelstreifens und teilweise in den Buchten gut erkennbare Melanisierung. Der kleine Spiegel ist von Melanin umrandet. Die ellipsenförmigen, melaninfreien Flächen sind gross, und die Seiteneinsprünge reichen fast bis zur Mitte des Tergites. Der Mittelstreifen des 4. T. ist nahezu verdunkelt, dabei sind nur der kleine Spiegel und die Seiteneinsprünge melaninfrei. Der Mittelstreifen des 5. T. ist bis auf die Inselchen völlig melanisiert.

Klasse B-V: Der Unterschied zwischen der V. und VI. Klasse besteht nur darin, dass die Buchten des 2. T. vollkommen melanisiert sind.

Klasse B-VI: Der Spiegel des 2. T. ist viel kleiner geworden. Die Melaninspitzen in beiden Richtungen sind stärker ausgebildet. Die Buchtenflächen haben sich durch die Verlängerung der Vorderrandstreifen vereinigt. Damit ist die gelbe Fläche des Mittelstreifens unterbrochen. Der Mittelstreifen des 3. T. ist melanisiert. Ellipsenförmige kleine Flächen und tiefe Seiteneinsprünge, sowie der kleine Spiegel sind melaninfrei. Das 4. T. ist verdunkelt, nur die etwas grösseren Inselchen und der kleine Spiegel verbleiben gelb. Die Melanineinlagerung des Mittelstreifens zieht sich bis zu den Seitenflanken. Der Mittelstreifen des 5. T. ist bis auf kleine Inselchen völlig melanisiert.

Klasse B-VII: Der Spiegel des 2. T. ist weiter verkleinert aber median noch nicht unterbrochen. Die gelbe Fläche des Mittelstreifens ist noch gut sichtbar. Der Mittelstreifen des 3. T. ist melanisiert. Die Seiteneinsprünge sowie der kleine Spiegel sind melaninfrei. Das 4. T. ist verdunkelt. Nur die Inseln und der kleine Spiegel sind noch gelb. Der Mittelstreifen des 5. T. ist auch verdunkelt. Als einzige melaninfreie Flächen sind die kleinen Inseln verblieben.

Klasse B-VIII: Der Spiegel des 2. T. ist frontal zusammengedrängt aber noch nicht median unterbrochen. Die gelbe Fläche entlang dem Sattelstreifen ist noch vorhanden. Gelbe Inseln finden wir in Tergit 2-5. Melaninfreie kleine Spiegel sind im 3. und 4. T. nachweisbar.

Klasse B-IX: Alle untersuchten Tergite (2., 3., 4. und 5.) enthalten melaninfreie Inseln. Das 3. und 4. T. besitzen kleine Spiegel.

In diesem System bilden die Klassen B-I, B-II und B-III ein Charakteristikum; das ist besonders bei B-III klar sichtbar. Diese Klasse hat zwei gelbe Tergite, aber einen geschlossenen Spiegel im 2. Tergit. Beim A-System kommt dieser geschlossene Spiegel nur bei Klassen mit einem gelben Ring vor. Eine Einordnung dieser Klasse in das A-System würde eine Unterbrechung des Systems verursachen. In diesem Fall wäre jede graph. Darstellung in zwei Teile geteilt — solche Kurven hätten keinen Wert.

Die Klassen B-I und B-II sind bedeutend weniger melanisiert als entsprechende im A-System; gewisse Unterschiede im Zeichnungsmuster bestehen.

Die Klassen B-IV bis B-VI sind in ähnlicher Form im A-System vorhanden. Sie unterscheiden sich vom A-System durch ellipsenförmige helle Flächen entlang des Sattelstreifens des 2. Tergits. Die Exemplare der Klassen B-VII, B-VIII und B-IX fand ich noch zum Schluss in einer Drohnprobe von einer Tochterkönigin einer von Norditalien importierten, begatteten Königin. Die Verteilung der Zeichnungsmuster bei diesem Material war nicht eingipfelig, sondern mit zwei Maxima und einem Minimum, was deutlich zeigte, dass diese Drohnen wahrscheinlich durch eine Kreuzung zwischen einer hellen und einer dunkleren Form entstanden sind. Vollständig melanisierte Formen lagen aber auch in diesem Material nicht vor. GOETZE (1951) beschrieb noch dunkleres Material. Nach Angaben von GIAVARINI (1953) soll sich diese Klasse (Klasse B-X) bei der *A. mell. lig.* in Italien finden.

Wie stark die Aufstellung der Klassifizierung von der persönlichen Vorstellung des Untersu-

chers abhängig ist, ergibt sich aus einem Vergleich der Klassensysteme. ZANDER (1921) stellte eine Klassifizierung von M_0 bis M_{11} auf und ordnete seine *Cypria*, *Mellifica* und andere Stufen in diese Klassen ein. ARMBRUSTER (1923) bevorzugte bei der Analyse der Musterbildung auf dem 3. Tergit von Biene und Drohn ein System mit 9 Klassen. GOETZE (1930, 1951) legte für Bienen ein neunklassiges und für Drohnen ein sechsklassiges zu Grunde. Bei ROBERTS (1950) finden wir für Arbeiterinnen 13 Klassen, RUTNER (1962) ordnet seine Zeichnungsmuster von Bienen von 1-9 an.

II. — BEFUNDE DER PROBEN VERSCHIEDENER GEOGRAPHISCHER HERKUNFT :

a) *Geographische Rasse A. m. intermissa* BUT.-REEP. 1906 — *Sahariensis*

Am Anfang unseres Jahrhunderts fand BALDENSPERGER diese Biene am Rande der Sahara und gab ihr (1933) nach einer ausführlichen Beschreibung den Namen *Sahariensis* (Saharienne). Nach BALDENSPERGERS Beobachtung ist die gelbe *A. m. intermissa* Form am Rande der Sahara in Oasen und die schwarze Form der *A. m. intermissa* längs des Mittelmeeres häufiger. Weiter erwähnt er, dass diese nordafrikanische *Apis* von hell bis dunkel variiert, und dennoch halten sich die Rassen-Farb-Varietäten wegen der natürlichen Hindernisse gut getrennt.

ALBER (1952) fand in den besuchten Oasen von Tunesien und Algerien nur dunkle Bienen und er sagt, er werde den Verdacht nicht los, dass BALDENSPERGERS Saharabienen am Ende nur Italiernachzuchten waren.

TEMPLER (1957) hat die Bienen der Kanarischen Inseln beschrieben und fand, dass sie den Saharabienen ähnlich sind. Ein Einfluss seitens der *Ligustica* wird von TEMPLER als unwahrscheinlich angenommen. Die heutigen kanarischen Bienen sollen im 14. Jahrhundert aus Nord-Afrika von Guanchen eingeführt worden sein. In letzter Zeit hat HACCOUR (1960, 1962) durch persönliches Engagement im Bienenhandel die *Sahariensis* ziemlich bekannt gemacht, und er fand sie — entsprechend der Beschreibung BALDENSPERGERS (1933) — im Tal von Souss.

Bruder ADAM (1964) war in Marokko auf der Suche nach neuen Bienenrassen und stellte Vergleiche zwischen *Sahariensis* und anderen Rassen an.

GOETZE (1964) befasste sich mit der *Sahariensis* und schildert, dass ihre Drohnen typische Farbmuster entwickelten, die mit denen der *Ligustica* nicht übereinstimmen.

Von den Drohnenproben, die ich hier für Musterbildungs- bzw. Sattelfiguren-Bestimmung benutzte, stammen zwei (S_1 und S_3) von Originalvölkern aus Marokko, die von Haccour 1962 nach Deutschland geschickt wurden. S_2 und S_4 sind Nachzuchten von S_1 und S_3 , die man im Bonner Institut für Bienenkunde erhalten hat.

Im oberen Abschnitt von Abb. 4 sind alle Drohnenproben von mir in einer graphischen Darstellung zunächst analytisch zusammengestellt.

Die Sattelfiguren bei der *Sahariensis*-Probe S_1 erstrecken sich von Klasse A-III bis A-IX mit dem Maximum in A-VII.

Die Probe S_2 umfasst 4 Klassen, von A-V bis A-VIII. Das Maximum besteht in Klasse VII wie bei S_1 . Ein zweites, etwas geringeres Maximum finden wir in Klasse A-V.

Sahariensis-Probe S_3 findet sich zwischen Klasse A-III und A-X. Die Klassen A-IV und A-VIII waren in dieser Probe trotz grosser Drohnen-Anzahl nicht enthalten. Auffallend ist das grosse Maximum in Klasse A-V, ungewöhnlich der Anteil in Klasse IX und X. Diese Klassen sind ganz dunkel, was für die *Sahariensis*-Biene nicht charakteristisch sein soll. Diese Erscheinung kann ihren Ursprung in möglichen früheren Kreuzungen haben.

Die Probe S_4 geht von A-IV bis A-X. Ihr Maximum liegt bei A-VI, aber A-VII und A-VIII zeigen ähnliche Werte. Die Klasse A-IX fehlt.

Einen Gesamteindruck über die Klassenverteilung aller *Sahariensis*-Proben synthetisch zusammengefasst erhalten wir aus der Kurve im unteren Teil von Abb. 4. Wir sehen, dass sich die *Sahariensis* von Klasse A-II bis A-X erstreckt. Im Bereich der Klassen A-III und A-IV befinden sich weniger als 5 % Drohnen-Anteil. Das Maximum ist in der Klasse A-V. Vom Maximum fällt die Kurve bis zur Klasse A-IX stufenförmig ab. Von hier steigt sie wieder bis zu einem Nebengipfel in Klasse A-X an.

Wenn wir die Klassen mit weniger als 5 % Anteil ausschliessen, finden wir die *Sahariensis* zwischen den Klassen A-V und A-X. Dies zeigt uns das vergleichende Diagramm in Abb. 11.

Charakteristisch für die *Sahariensis* ist, dass bei ihr wie bei der *Fasciata* und *Cypria* kleine, sehr stark pigmentierte Seitenfleckchen vorliegen. Diese Fleckchen sind unabhängig ausgebildet von anderen Pigmentierungs-Ausgangspunkten. Die Seitenflanken-Pigmentierung kommt als Verlängerung der Mittelstreifen-Pigmentierung und sehr selten neben den Stigmen vor. Die Buchten sind primäre Ausgangspunkte für Melanisierung. Beim 3. Tergit kommen immer beide Buchten mit Melanisierung dicht neben dem Sattelstreifen vor. Von hier verläuft die Melanisierung in Richtung des geöffneten Spiegelschens.

b) *Geographische Rasse A. m. lamarckii* COCKERELL 1906 (*Synonym* : *Fasciata* ⁽¹⁾)

Diese Bienen finden sich im Niltal und zahlreichen Oasen Ägyptens. Sie sind klein und gehören zu der Gruppe der gelben Bienen. Das Chitin der Drohnen ist leuchtend orange-farben (ROTTER, 1919).

VON BUTTEL-REEPEN (1906, 1915, 1921) hat sie als var. *fasciata* in Subspecies unicolor der Art *Apis mellifica* L. aufgefasst. Er und ZANDER (1923) glauben, dass die sog. « goldene Biene », eine Zuchtform mit hervorstechender gelber Pigmentierung, zu Beginn dieses Jahrhunderts durch Kreuzung mit der *Fasciata* entstanden sei.

GOETZE (1938) ist der Meinung : « ... auf jeden Fall bestehen enge Beziehungen zwischen der *Fasciata* und den übrigen Rassen des Orients wie *Cypria*, *Syriaca*, *Meda* usw. ». Er bezweifelt, dass die *Fasciata* zur afrikanischen Rasse Unicolor gehört, WERTHEIM (1940) dagegen rechnet sie dazu. HASSANEIN und EL BANBY (1956), KASCHEF (1959), KERR (1958), SMITH (1961) und EL BANBY (1963) beschäftigen sich mit dieser Bienenrasse unter morphologischen und systematischen Gesichtspunkten.

Bruder ADAM (1964) hat über die *Fasciata* während seines Aufenthaltes in Ägypten einige Bemerkungen gemacht. Er sagte : « Aus einem noch unbekannten Grunde lässt sich die *Fasciata*-Königin in ihrer natürlichen Umgebung nicht mit Drohnen anderer Rassen kreuzen. » Aus diesem Grunde findet man in Ägypten noch reinrassige *Fasciata* trotz grosser Einfuhr von europäischen Bienen. Bruder ADAM ist der Auffassung, dass die *Fasciata* als genetisches Material von Bedeutung ist, obwohl sie in reiner Form für die Bienenwirtschaft ungeeignet erscheint. 1964 ordnete GOETZE die *Fasciata* als geographische Rasse der Subspecies *Meda* ein.

In meiner Analyse wurden drei Drohnen-Proben erfasst. Wie aus der Übersicht

⁽¹⁾ In dieser Arbeit wird das Synonym *Fasciata* benutzt, weil es in der Literatur sehr häufig u. in der Praxis der gebräuchliche Name ist.

Analytisch

Synthetisch

ABB. 4. — Graphische Darstellung (analytisch und synthetisch) zur Verteilung von 4 Proben der Sahariensis-Drohnen im A-Klassensystem

FIG. 4. — Répartition de 4 séries de mâles de la race Sahariensis dans le système A

ABB. 5. — Graphische Darstellung (analytisch und synthetisch) zur Aufgliederung der 3 Fasciata-Drohnenproben im A-Klassensystem

FIG. 5. — Répartition de 3 séries de mâles de la race Fasciata dans le système A

Abb. 1 ersichtlich ist, sind zwei Proben (F_1 und F_2) aus Ägypten, F_3 wurde der Sammlung des Bonner Institutes entnommen.

Auch hier haben wir eine analytische Darstellung (Abb. 5). Bei F_1 habe ich die Sattelfiguren der Klasse A-II bis A-VIII festgestellt. Das Maximum der Drohnensattel-Figuren befindet sich in der Klasse A-III. Nur eine Drohne gehört der Klasse A-X an. Sie war das einzige ganz melanisierte Exemplar in der *Fasciata*-Gruppe.

Die F_2 erstreckt sich von Klasse A-III bis A-VIII. Hier liegt das Maximum in der Klasse A-VI.

Die Probe F_3 geht von Klasse A-II bis A-VIII. Die Klassen A-IV und A-VI fehlen. Das Maximum befindet sich in der Klasse A-V und ist ausgesprochen hoch. Isolierte Gruppen dieser Probe befinden sich in den Klassen A-II und A-III, sowie in A-VII und A-VIII.

Bei allen Proben herrscht die Tendenz zum zentral gelegenen Maximum vor. Dieses wird besonders deutlich in der synthetischen Darstellung in Abb. 5. Hier liegt das Maximum in der Klasse A-V und die Kurve fällt beidseitig des Hochpunktes, zum Teil in Stufenform, ab. Der Klassenanteil über 5 % erstreckt sich von der Klasse A-III bis zu A-VIII, dargestellt im Diagramm Abb. 11.

ABB. 6. — Graphische Darstellung zur Verteilung der Cypria-Drohnens im A-Klassensystem der Tergit-Zeichnungsmuster

FIG. 6. — Répartition des mâles de la race Cypria dans le système A

Die Musterbildung bei dieser geographischen Rasse hat einige Besonderheiten. Die Seiten-Flanken und die Seiten-Lappen bewahren trotz fortschreitender Melanisierung der zentralen Bereiche verhältnismässig lange ihre helle Pigmentierung. Die Melanisierung neben den Stigmen ist nicht unabhängig. Sie tritt immer als Verlängerung des Mittelstreifens, bzw. der Buchten auf. Relativ oft finden wir stark pigmentierte kleine Fleckchen neben den Seitenflecken. Diese Fleckchen kommen

sowohl bei den hellen Klassen A-II, A-III usw., als auch bei dunkleren Klassen A-VII und A-VIII vor. Das Zeichnungsmuster des 3. Tergites gleicht dem von *Sahariensis*.

c) *Geographische Rasse A. m. cypria* POLLM. 1879

Bei der *Cypria* handelt es sich um eine geographische Bienenrasse, die auf einer Insel (Cypern) bodenständig ist. Von BUTTEL-REEPEN (1906, 1915) stuft die *Cypria* als Varietät der Subspecies *Mellifica* ein und trennt, wie wir bereits sahen, die *Cypria* von der *Fasciata*.

GOETZE (1964) ordnete die *Cypria* als geographische Rasse der Subspecies *Meda* ein.

Die einzige Drohnen-Probe C_1 , die in der Sammlung des Bonner Institutes vorhanden war, erstreckt sich über die Klassen A-IV bis A-IX (Abb. 6). Das Maximum dieser Rasse liegt in der Klasse A-VII. Die absteigende Kurve ist nahezu symmetrisch. Auch hier haben wir sechs Klassen mit über 5 %, wie aus dem Diagramm Abb. 14 ersichtlich ist.

Die Pigmentierung zeigt keine nennenswerten Unterschiede zur *Fasciata* und *Sahariensis*. Auch hier finden sich kleine unabhängige Seitenfleckchen, ein Charakteristikum für das Tergit-Zeichnungsmuster bei den Drohnen der vorgenannten drei Rassen.

d) *Geographische Rasse A. m. meda* SKORIKOW 1929, *Persica* ⁽¹⁾

Die systematische Zugehörigkeit der Bienen aus dem persischen und afghanischen Raum ist heute noch weitgehend ungeklärt. In einer geographischen Karte über die Verbreitung der Honigbienenrassen von GOETZE (1938) finden sich keine Eintragungen in diesem geographischen Bereich. Die Situation ist bis heute unverändert geblieben. So schrieb Bruder ADAM 1965 : « Wir wissen so gut wie nichts über die einheimischen Bienen im Iran und Afghanistan. »

SKORIKOW (1929) klassifizierte die Bienen aus Persien in seiner Bienen-Systematik als *A. mell. meda*.

Drei kleine Proben (zwei zu je fünf Drohnen und eine mit 11 Stück) erhielt ich aus diesem Raum. Wegen der geringen Anzahl ist ein vollständiges Bild über die Pigmentierung und Musterbildung dieser unbekannten Bienen kaum möglich. Ich möchte jedoch versuchen, an Hand dieser Proben Rückschlüsse zu ziehen.

Alle drei Proben P_1 , P_2 und P_3 ordnen sich in das Klassensystem von A-I bis A-X ein (Abb. 7). In ihrer Gesamtheit betrachtet ergeben diese Proben eine fast lückenlose Verteilung der Drohnenpigmentierung über alle 10 Klassen. Das bedeutet, dass sich in Persien neben zweiringig gelben Drohnen im Süden auch ganz dunkle Drohnen im Norden finden. Bei den persischen Drohnen liegen keine kleinen Seitenfleckchen vor wie bei der *Sahariensis*, *Cypria* und *Fasciata*.

⁽¹⁾ Wegen der Unklarheit über die systematische Stellung habe ich den Arbeitsnamen *Persica* benutzt. Das schliesst jedoch nicht ein, dass die Bienen aus Persien eine klar umrissene geographische Rasse darstellen müssen.

ABB. 7. — Graphische Darstellung (analytisch und synthetisch) zur Aufgliederung der 3 persischen Drohnenproben im A-Klassensystem

FIG. 7. — Répartition des mâles de la race Persica dans le système A

e) *Geographische Rasse A. m. armenica* SKORIKOW 1929

SKORIKOW (1930) stellte im Kaukasus einige nach seiner Auffassung neue Bienenarten fest. Dieses können aber nur geographische Rassen sein. Unter den neuen Funden war die Rasse *Armenica*.

Nach MARKOSJAN (1960) gibt es in Armenien eine hellgelbe und eine graue Bienenrasse.

KATOGJAN (1963) schildert auch zwei « Arten » von armenischen Bienen : graue aus den Bergen und gelbe aus den Tälern.

Eine Probe von diesen Drohnen habe ich aus Russland erhalten. Ich stellte bei dieser *Armenica*-Probe Sattelfiguren in den Klassen A-IX und A-X (Abb. 8) fest. Das heisst, die überwiegend dunklen Sattelfiguren-Klassen, die mehr als 5 % des Gesamtanteils ausmachen, beginnen in A-VII ; sie erscheinen im Diagramm Abb. 11 an 5. Stelle nach der *Sahariensis*.

ABB. 8. — Graphische Darstellung zur Aufgliederung der *Armenica*-Drohnenprobe im A-Klassensystem

FIG. 8. — Répartition des mâles de la race *Armenica* dans le système A

Bei der *Armenica* finden wir keine kleinen Seitenflecken. Die Verdunkelung des Spiegelchens im 5. Tergit erscheint früher als bei anderen geographischen Rassen.

Die Melanisierung des 3. Tergits beginnt gleichzeitig von den Buchten und von der Mitte aus. Am 3. 4. und 5. Tergit beginnt die Melanisierung an den Seitenflecken und verläuft entlang dem Seiten-Sattelstreifen. Bei der A-VII und A-VIII Klasse existieren neben den normalen Inseln noch parallele Inseln in der Seitenflanke. Das ist eine Besonderheit der *Armenica*. Diese zusätzlichen Inseln treten in der Klasse A-IX sogar am 4. Tergit auf.

Eine sehr starke Tendenz zu schmalen, aber doch tiefen gelben Seiteneinsprünge(n) bemerken wir schon in der Klasse A-VII. Auch hier sind die zusätzlichen Inseln ungewöhnlich lang.

f) *Geographische Rasse A. m. caucasica* GORBATSCHEW 1910

Die *Caucasica* ist bekannt als graue Gebirgsbiene. Nach der Ansicht von PALLAS (1962) (zit. bei GOETZE, 1964), der sie als *Apis m.* var. *remipes* bezeichnete, ist sie vielgestaltig und bunt.

Von BUTTEL-REEPEN (1906) bezeichnete die *Caucasica* als « ein Schmerzenskind der Systematik, da alle Färbungen von gleichmässig-dunkel bis leuchtend-gelb gebändert auftreten. Bei den gelb-gebänderten Formen besteht eine grosse Ähnlichkeit mit der *Ligustica* ».

ZANDER (1923) sagte, dass die *Remipes*-Drohnen eine grosse Ähnlichkeit mit *Carnica*-Drohnen haben.

SKORIKOW (1929) behauptet, dass die *Caucasica* ein Überbleibsel aus der Tertiärzeit sei.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden die Bezeichnungen *A. mell. caucasica* und *A. mell. remipes* häufig synonym verwendet. Nach heutiger Auffassung findet sich die dunkle, als *Caucasica* bezeichnete Form an der nördlichen Flanke des Kaukasus, während die gelbe Form der geographischen Rasse *Remipes* südlich des Kaukasus nachweisbar ist.

Meine Probe stammte aus der Sammlung des Bonner Institutes. Sie enthielt nur Tiere der Klasse A-IX mit Inseln und der Klasse A-X, die ganz melanisiert waren. Von dieser Probe gebe ich keine Kurve an, da die Drohnen nur diesen beiden Klassen zugehören. Das Verhältnis der Klassen ist A-IX = 45 % und A-X = 55 %. Auch ZANDER (1923) fand in seinem Material 44 % der Drohnen mit Inseln. Das entspricht meinen Befunden. Die nachträgliche Analyse der Zeichnungsmuster von *Caucasica*-Drohnen (Königin von GLUSHKOW, durch Prof. RUTNER zur Verfügung gestellt) erbrachte ebenfalls nur Exemplare von Klasse A-IX und A-X.

g) *Geographische Rasse A. m. carnica* POLLM. 1879

Die *Carnica* bildet eine der grössten geographischen Rassen Europas. Sie besiedelt ganz Süd-Ost-Europa bis zur Ukraine und ist durch intensiven Export in der ganzen übrigen Welt verbreitet worden.

Das Aussehen und das Färbungsmuster dieser Biene variiert in verschiedenen geographischen Bereichen. In den Gebirgen finden sich vorwiegend dunkle Typen, während in Niederungsgebieten und Ebenen mehr oder weniger gelb gezeichnete Formen verbreitet sind. Der dunklen Form gehören die Drohnen von Probe Ca_1 und Ca_2 an. Ausser einigen wenigen Drohnen von Ca_2 , die ich in Klasse A-VIII einordnete, konnte ich nur Exemplare der Klassen A-IX und A-X finden. Neben der dunklen Gebirgsform wurde die durch gelbe Zeichnungsmuster geprägte *Carnica* Biene häufig in der Literatur erwähnt, z.B. hat BUTTEL-REEPEN schon 1915 auf sie hingewiesen, aber er war der Ansicht, dass solche Bienen (Banater, Herzegowiner usw.) Ergebnisse von Kreuzungen zwischen gelben und dunklen Rassen seien (z. B. *Ligustica* $\times$ *Carnica*).

FISTEAG (1937) beschreibt die Bienen Rumäniens und nimmt an, dass es sich hier um *Carnica*-Bienen handelt, obwohl sie gelb gezeichnet sind. FARCAS (1938) stellte ebenfalls diese gelbe *Carnica* in Rumänien fest und nahm Kreuzungen mit der *Ligustica* vor. GOETZE (1950) schreibt in seiner *Carnica*- Monographie, dass die gelbe Farbe « als altes eigenes Erbgut » der *Carnica* zu gelten hätte. RUTTNER (1951) sieht in dieser gelben Zeichnung keinen Hinweis für eine Bastardierung mit *Ligustica*-Bienen.

Die eingehendste Untersuchung stammt von BAKK (1955). Er analysierte ein umfassendes Bienenmaterial aus ganz Ungarn und fand 46 % ohne gelbe Zeichnung, 35 % mit geringer, 11 % mit deutlichen gelben Flanken und 7 % mit einem gelben Ring, 1 % hatte 2 gelbe Ringe. Er ist der Ansicht, dass es sich bei diesen Bienen um *Carnica* handelt. RICHAR (1961) befasst sich mit der gelben Zeichnung der *Carnica* Jugoslawiens. Auch er findet dunkle Formen im Gebirge und mit gelben Zeichen versehene Bienen in den Ebenen, sowie an den Küsten der Adria.

RUTTNER (1962, 1963) analysierte Tergite von *Carnica*-Arbeitsbienen und sagte : « Anders als bei der *Ligustica* werden bei der *Carnica* so gut wie nie Drohnen mit gelben Ringen gefunden ».

Für meine Analyse der Zeichnungsmuster hatte ich eine Drohnenprobe (Ca_3) aus dem Banat zur Verfügung. In ihr fand ich Exemplare der Klassen A-II bis A-VII, A-VI fehlte (Abb. 9). Das Maximum lag in der Klasse A-V. Im vorliegenden Fall haben wir es mit einer extrem gelben *Carnica* zu tun, die durch ihre Farbzeichnung der *Ligustica* ähnelt. Einige Autoren, unter anderen BELDAME (1951) wollen diese Biene als selbständige Rasse einstufen. Dennoch bestehen kleine Unterschiede, die detailliert aufzuzeigen mir wegen der geringen Drohnenprobe unmöglich war. Ich habe sie in mein allgemeines A-System eingeordnet.

h) Geographische Rasse *A. mellifica* (Nigra) 1898

Mellifica war ursprünglich in ganz Nordwest Europa verbreitet. Sie dringt auch in Russland weit nach Osten vor. Obwohl sie die am weitesten verbreitete Rasse darstellt, hat sie doch heute geringere Bedeutung für die Bienenzucht als z. B. die *Carnica* oder *Ligustica*. Heute fällt es schwer, reine *Mellifica* zu finden, da die *Carnica* und *Ligustica* überallhin importiert wurden.

Die in Norddeutschland früher vorherrschende Heidebiene soll sehr einheitlich gewesen sein, das heisst, frei von gelben Zeichen. Heute allerdings findet man diese *Mellifica*-Biene nicht mehr in reiner Form.

Eine Drohnen-Probe von *Mellifica* aus dem Institut in Bonn (N_1) soll von Heidebienen stammen. Sattelfiguren konnte ich bei dieser Probe nur in den Klassen A-IX und A-X feststellen.

Eine 2. Probe (N_2) zeigte ähnliche Sattelfiguren und wurde in die Klasse A-IX und A-X eingeordnet (Tab. 3).

i) Geographische Rasse *A. m. ligustica* SPIN. 1808

Die Bienen dieser geographischen Rasse sind bei den Praktikern als Italiener bekannt. Ihr Ursprungsgebiet ist die Apenninen-Halbinsel. Der Name der Rasse stammt von SPINOLA (1808), er wendet die Benennung auf die gelben Bienen Ligu-

Anz. (%)	Klassifikation									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Ca_1 40...									28	12
%...									70	30
Ca_2 31...								2	15	14
%...								7	48	45
Σ 71...								2	43	26
%...								3	60	37
Ca_3 81...		10	24	11	34		2			
%...		12	30	14	42		2

ABB. 9 —Tabelle mit zahlenmässiger und prozentualer Aufgliederung der 3 Carnica-Drohnenproben im A-Klassensystem

Die Einordnung der dritten, aussergewöhnlich hellen Carnica probe in das Klassensystem wird in der Kurve dargestellt. Diese Probe stammte aus dem Banat

FIG. 9. — Représentation numérique et en pourcentages de 3 séries de mâles de la race Carnica dans le système A

Dans la courbe est représentée la série, anormalement claire, de race Carnica Cette série provient de la région de Banat

riens an. Aber nicht nur hier, sondern auch in anderen Teilen Italiens findet man gelbe sowie dunkle Bienen. Die Pigmentierung zeigt starke Schwankungen zwischen hell und dunkel.

TABLEAU 3

*Répartition numérique et en pourcentages des 2 séries de mâles
de race Mellifica (Nigra) dans le système A*

TABELLE 3

Zahlenmässige und prozentuale Verteilung der 2 Mellifica (Nigra) Drohnenproben im A-Klassensystem

Klassifikation										
Anz. %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
N_1 33 ...									25	8
% ...									76	24
N_2 31 ...									14	17
% ...									45	55
Σ 64 ...									39	25
% ...									61	39

Beschreibungen dieser Rasse finden wir bei von BUTTEL-REEPEN (1915), BOVERI (1915), ZANDER (1923), ARMBRUSTER (1923), GOETZE (1951), GIAVARINI (1953) und anderen.

Über die Entstehung der geographischen Rasse herrschen Meinungsverschiedenheiten. Von BUTTEL-REEPEN (1906) meint, dass die *Ligustica* durch Kreuzung zwischen *Mellifica* und *Fasciata* entstanden sei. Er gliedert diese Rasse in drei Formen auf.

GOETZE fand bei *Ligustica*-Drohnen die Abstufung von Drohnen mit drei gelben Tergiten bis zu fast vollkommen dunklen Exemplaren und konstatierte in biometrischer Hinsicht eine grosse Ähnlichkeit mit *Carnica*, ein Unterschied besteht nur in der Färbung.

GIAVARINI schildert, dass die *Ligustica*-Drohnen alle Farbstufen von gelb bis schwarz enthalten.

Neben dieser variablen *Ligustica* der natürlichen geographischen Rasse spielt in den letzten hundert Jahren eine durch kommerzielle Züchtungsbetriebe vermehrte und in aller Welt stark verbreitete Form der *Ligustica* eine grosse Rolle, die sogenannte »goldene « oder »Aurea-Biene« (ROTTER, 1919). ZANDER (1923) vertritt dieselbe Meinung wie ROTTER und betrachtet diese Bienen als eine Spielart der *Ligustica*. Bruder ADAM (1951) äussert, dass die »goldene« Italiener keineswegs eine Italiener Biene sei, sondern durch Kreuzung zwischen der italienischen und anderen dunklen Rassen entstanden sei. Durch intensive Selektion und kontrollierte Paarung erhielt man in den USA noch hellere Formen, deren Hinterleiber fast ganz melaninfrei sind. Natürlich bleibt die Grundzeichnung der Melanisierung erhalten.

Diese Einführung war notwendig, da meine *Ligustica*-Drohnproben alle von diesen Zuchtstämmen abstammen. Wie man aus Tabelle 1 ersehen kann, erhielt ich zwei meiner Proben aus Italien von bekannten Königinnenzüchtern, die anderen Proben aus Deutschland. In der Vorklassifizierung wurde offenkundig, dass diese Form der *Ligustica* in ein einheitliches System mit den anderen geographischen Rassen nicht einzuordnen ist. Aus diesem Grunde stellte ich für die *Ligustica* ein eigenes 9 bzw. 10-klassiges System auf.

Die Sattelfiguren der *Ligustica*-Form ersehen wir aus der Abb. 3, die analytische Darstellung der 5 Proben aus Abb. 10. Die L_1 -Probe schwankt von B-I bis B-VI. Wir erhalten 2 Maxima. Das Hauptmaximum befindet sich in der Klasse B-I, zwischen den Klassen B-I und B-V liegt ein breites Minimum. Vermutlich stammten die Eltern dieser Königin aus zwei sehr heterogenen Farbmuster-Klassen. Aus diesem Grunde haben wir hier eine Erscheinung von der Art, wie sie bei einer Kreuzung zwischen zwei Rassen häufiger auftritt.

Bei der Probe L_2 liegt das Maximum in der Klasse B-III. Die Probe erstreckt sich über die Klassen B-II bis B-V. In die Klassen B-IV und B-V sind nur einzelne Exemplare eingestuft. Die Drohnen der Probe L_3 sind zwischen B-I und B-III einzuordnen. Die Kurve der Probe L_4 verläuft zwischen B-I und B-IV und hat ihr Maximum in B-II, ihr Minimum bei B-III. Dann steigt die Kurve zu einem Nebenmaximum in B-IV an.

Die Sattelfiguren der Probe L_5 umfassen die Klassen von B-II bis B-V und haben ihr Maximum in B-III.

Besonders charakteristische Kennzeichen der *Ligustica*-Drohn : Der Spiegel des 2. Tergites ist bei der Klasse B-III schon geschlossen, obwohl der Mittelstreifen des 3. Tergites noch melaninfrei ist.

Die Melanisierung geht fast immer von der Mitte des Mittelstreifens aus und setzt sich fort in Richtung der Buchten und des Sattelstreifens.

Ein unabhängiger Ausgangspunkt der Melanisierung befindet sich zwischen dem Seiten-Sattelstreifen und dem Seitenflecken neben dem Stigma. Dies gilt besonders für die Proben aus Italien. Bei den Proben aus Deutschland ist diese Eigenart weniger stark ausgebildet, aber dennoch vorhanden.

III. — DISKUSSION

Die Einzelbefunde der vorhergehenden Abschnitte ergeben, dass die Musterbildung der Drohnentergite, isoliert genommen, kein ausreichendes Merkmal für die taxonomische Trennung der Mehrzahl der hier untersuchten geographischen Rassen darstellt. Nur die Farbzeichnung der *Ligustica*-Drohn bietet so viel charakteristische Eigenart, um für diese Rasse mustermässig eine Sonderstellung zu rechtfertigen.

Diese Eigenart der *Ligustica* spricht gegen die Annahme ALBERS (1952) von dem Ursprung von *Sahariensis* als Nachkommen von *Ligustica*-Importen nach Nordafrika. Weiterhin kann auf Grund der Sonderstellung der *Ligustica* ihre enge Zugehörigkeit zur *Cypria*- und *Fasciata*-Rasse, wie sie von ZANDER (1923) und MACKENSEN (1943) vermutet wurde, nicht bestätigt werden. Die Schwierigkeit für eine umfassendere Beurteilung von *Ligustica* liegt in der bereits stark fortgeschritte-

ABB. 10. — Graphische Darstellung (analytisch und synthetisch) der Verteilung der 5 Ligustica-Drohnenproben im B-Klassensystem der Tergit-Zeichnungsmuster

FIG. 10. — Répartition graphique de 5 séries de mâles de la race Ligustica dans le système B

nen züchterischen Beeinflussung dieser Rasse, die sich stark nach der Vorstellung der Käufer orientierte. Es ist daher durchaus denkbar, dass ich bei meinem *Ligustica* Material nur einen Ausschnitt der Gesamtbreite des Zeichnungsmusters erfassen konnte. Während bei *Ligustica*-Material italienischer Herkunft drei gelbe abdominale Ringe das Maximum darstellen, sollen sich bei amerikanischen *Ligustica*-Nachzuchten sogar Formen mit 5-6 gelben Ringen finden. Doch weiss man bei diesem Material nicht sicher, wie weit andere helle, mediterrane Bienenrassen (*Cypria*, *Syriaca*) aus anderen Importen eingekreuzt worden sind.

Ein erheblicher Nachteil für die Beurteilung der Musterbreite der persischen Drohnen ist die Kleinheit meiner Proben. Dennoch ist es eigenartig, dass von den wenigen Tieren ($n = 21$) das gesamte Klassensystem beansprucht wird. Ob für die Bienen des persischen Raumes eine Abtrennung als eigenständige Rasse berechtigt ist, lässt sich heute wegen der fehlenden biometrischen Untersuchungen noch nicht sagen. Das Vorkommen der 3 übrigen *Apis*-Arten im südost-asiatischen Raum könnte zu der Vermutung führen, dass der Bereich von Afghanistan und Persien das Entstehungszentrum der Art *Apis mellifica* darstellt. Aus diesem Kern wäre dann die Ausbreitung der Honigbiene unter Ausprägung geographischer Rassen in nördliche und westliche Richtung erfolgt.

Inwieweit die Orient-Rasse *Apis mellifica remipes* den persischen Raum mit um-

ABB. 11. — Zusammenstellung der Klassenbreiten für die untersuchten geographischen Rassen

Weisse Rechtecke umfassen weniger als 5 % der Gesamtproben.

P = Persica

F = Fasciata

C = Cypria

S = Sahariensis

A = Armenica

Ca = Carnica

K = Caucasica

N = Nigra

FIG. 11. — Vue d'ensemble des groupes correspondant aux races géographiques étudiées

Les rectangles blancs indiquent un pourcentage d'individus inférieur à 5 p. 100.

fasst, lässt sich noch nicht sagen, da bisher noch zu wenige rassendiagnostische Arbeiten über das Bienenmaterial jenes Bereiches vorliegen. Auch die früheren Beschreibungen des äusseren Habitus der dort heimischen Bienen sind so vage, und z. T. widersprüchlich, dass sie nicht zur Abgrenzung des Rassenbereiches der *Apis mellifica remipes* herangezogen werden können.

Abb. 11 gibt die stufenweise Verdunkelung bzw. Melanisierung der Drohnen verschiedener geographischer Rassen von der *Fasciata* bis *Mellifica* (*Nigra*) wieder. Bemerkenswert ist das Vorherrschen der helleren Formen im subtropischen Bereich. Alle nördlichen Formen — *Mellifica*, *Caucasica*, *Carnica* — sind dunkel gezeichnet. Die hellere Spielart der *Carnica*, die sgn. Banater Biene, stammt aus dem Bereich der panonischen Ebene des Balkan, die für ihr sommerlich heisses Kontinentalklima bekannt ist.

Eine Abweichung von diesem Sachverhalt bietet die geographische Rasse *Apis mellifica intermissa* im nordafrikanischen Küstengebiet. Von dieser Rasse habe ich zwar keine Probe untersuchen können, doch wird die dort heimische Biene von zahlreichen Autoren (VON BUTTEL-REEPEN, 1906; BALDENSPERGER, 1933; ALBER, 1952; Bruder ADAM, 1961, 1964) als recht dunkel beschrieben. Ob die von mir untersuchte *Sahariensis* nur eine in den Oasen vorkommende helle Lokalform der dunklen *Intermissa* darstellt kann hier nicht bestimmt werden.

Somit kann festgestellt werden, dass jede geographische Rasse in Hinsicht auf das Zeichnungsmuster des Drohnen-Abdomens wohl einen bestimmten Bereich des gesamten vorkommenden Musterspektrums einnimmt. Diese rasstypischen Bereiche überschneiden sich aber erheblich und lassen dadurch eine Trennung der geographischen Rassen allein mit Hilfe von diesem Merkmal nicht zu. Nur die spezifische Zeichnung der züchterisch beeinflussten *Ligustica*-Drohnen erlaubt ihre Identifizierung neben den Drohnen der anderen hellen, gelbringigen Bienenrassen. Möglicherweise würde eine Auswertung von züchterisch unbeeinflussten *Ligustica*-Drohnenproben aus anderen Bereichen Italiens, in denen sich mehr Exemplare der Klassen nahe B-X befänden, zu einer Angleichung des *Ligustica*-Systems an das allgemeinere A-System der anderen Rassen führen.

C. — DIE PHÄNOANALYSE DER ABDOMINAL-TERGITE VON DROHNEN AUS REZIPROKEN KREUZUNGEN VERSCHIEDENER GEOGRAPHISCHER RASSEN DER HONIGBIENE (*APIS MELLIFICA* L.)

Die Ergebnisse von Teil I weisen darauf hin, dass das Melanisierungsmuster eine artspezifische Eigenschaft ist, während die Ausfüllung des Musters mit Melanin, also der Melanisierungsgrad, eine rassische Eigenart darstellt. Die obengenannten Ergebnisse sprechen für eine polygene Basis der Musterausbildung durch Melanineinlagerung. Diese Annahme stützt sich auf Befunde von der Verteilung eines zahlenmässig umfangreichen Drohnenmaterials von einer Königin in einer Zufallskurve, wenn man die Anordnung der Tiere nach zunehmender Melanisierung der Abdominal-Tergite in dem Klassensystem vornimmt. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass die Festlegung der Klassen willkürlich erfolgen muss, da zwischen den herausgegriffenen Melanisierungsstufen gleitende Übergänge nachweisbar sind.

Nun ist es von Interesse, die Nachkommenschaft von zwei in ihrer Ausfärbung bekannten Eltern in Hinblick auf die Häufigkeit der auftretenden unterschiedlichen Melanisierungsstufen innerhalb dieser Nachkommen zu prüfen. Es erhebt sich diese Frage speziell bei der Bastardierung von Tieren, die zwei Rassen angehören, die jedoch in ein Klassensystem einzuordnen sind. Das ist z.B. bei Tieren der *Carnica*- und der *Sahariensis*-Rasse der Fall.

Ebenso kann eine Prüfung der Nachkommenschaft von zwei Elterntieren aus zwei verschiedenen Rassen, die zugleich noch zwei verschiedenen Klassensystemen in Hinblick auf das Abdominalzeichnungsmuster angehören, Aufschluss geben, ob sich eines der Pigmentierungssysteme in der F_1 -Generation durchsetzt, oder ob noch ein drittes, eventuell intermediäres, Melanisierungssystem möglich ist.

Auf die Mehrzahl der früheren Arbeiten und Berichte mit Angaben über die Ergebnisse von Rassenkreuzungen der Honigbiene kann aus zwei Gründen nicht zurückgegriffen werden. Es standen den Untersuchern dieses Sachverhalts nur Belegstellen mit einem mehr oder minder grossen, in jedem Fall aber unkontrollierbaren Grad an Zuflugsicherheit zur Verfügung. Weiterhin war vor ca. 10 Jahren bis zu den Untersuchungen von TABER (1954), ALBER, JORDAN, RUTTNER F.u.H. (1955), PEER (1956) u.a. noch unbekannt, dass die Bienenköniginnen sich mit zahlreichen Drohnen auf dem Hochzeitsflug paaren. Ihre Nachkommenschaften stellen somit ein Konglomerat von Halbgeschwistergruppen mit jeweils verschiedenen Vätern dar.

Nur in der Arbeit von ROBERTS (1950) wurden schon systematische Kreuzungen mit Hilfe der instrumentellen Samenübertragung bei der Bienenkönigin nach entsprechend intensiver vorangegangener Inzucht vorgenommen. Da für meine Untersuchungen diese Methode ebenfalls zur Verfügung stand, konnten systematische reziproke Kreuzungen zwischen Tieren verschiedener geographischer Rassen durchgeführt werden. (Die instrumentellen Besamungen für die im nachfolgenden Abschnitt beschriebenen Untersuchungen wurden entgegenkommenderweise von Herrn Dr. DRESCHER durchgeführt).

I. — ARBEITSMETHODEN

a) Material und Methode

Verwendung fand im Bonner Institut gehaltenes Bienenmaterial der Rassen *Ligustica*, *Sahariensis* und *Carnica*. Während die für die Kreuzungen verwendeten Drohnen einwandfrei vor dem Besamungsvorgang klassifiziert waren und einer Klasse im Zeichnungsmustersystem zugeordnet werden konnten, war für die Festlegung des Melanisierungsgrades der Königin das Drohnensystem nur indirekt verwendbar, da die Königinnen nicht dieses typische, gut ausgeprägte Zeichnungsmuster wie die Drohnen zeigen. Deshalb wurde für den Melanisierungsgrad der Königinnen folgender Masstab gewählt: Von jeder Königin wurde eine Drohnenprobe im Hinblick auf ihre Pigmentierung ausgewertet. Man erhielt so einen Überblick von den Erbanlagen dieser Königin für die Melanisierung des Abdomens ihrer Sohn-Drohnen. Als Einstufung aller ihrer Tochterköniginnen wurde die Klasse gewählt, die bei der Verteilungskurve der Bruder-Drohnen den extremsten Wert erfasste. So gehörten z.B. die Bruder-Drohnen der Königin Nr.5, d.h. die Söhne von Königin B 115 ($S \times Ca$) siehe Tabelle 6, den Klassen A-V bis A-VIII an. Die Königin wurde besamt mit einem *Carnica*-Drohn aus Klasse A-IX. Die Stellung der Königin wurde im Klassensystem mit dem Wert A-V eingestuft.

Die bereits vor Beginn der Versuche stark ingezüchteten Königinnen der drei vorgenannten Rassen wurden vor ihrer Bastardierung während zwei Generationen durch Paarung der Königinnen mit nur einem Drohn weitergeführt (z.T. Bruder-Drohn) siehe Tabelle 4. Alle zur Besamung verwen-

TABLEAU 4

Tableau des unions consanguines réalisées par insémination artificielle
chez les lignées de Carnica, Ligustica et Sahariensis

TABELLE 4

Übersicht der durch instrumentelle Besamung durchgeführten
Inzucht der Versuchslinien der Carnica-, Ligustica- und Sahariensis-Rasse

	Besam. Nr.	Geograph. Rasse	Herkunft d. ♀	Herkunft d. ♂♂	Anz. d. ♂♂	Besam. Datum	Eiablg. Datum
Inzucht I	B-69	Ligustica	AH-10	AH-10	1	12-6-64	19-6-64
	B-68	Sahariensis	B-45	B-54	2	9-6-64	16-6-64
	B-77	Carnica	ZN-139	B-50	1	17-6-64	25-6-64
Inzucht II	B-116	Ligustica	B-69	AH-10	1	15-7-64	23-7-64
	B-95	Sahariensis	B-68	B-13	1	14-7-64	25-7-64
	B-120	Carnica	B-77	ZN-71	1	21-7-64	31-7-64

TABLEAU 5

Origine de la génération hybride

TABELLE 5

Das Ausgangsmaterial für die Hybrid-Generation

Besam. Nr.	Kreuzung	Herkunft d. ♀	Herkunft d. ♂♂	Anz. d. ♂♂	Besam. Datum	Eiablg. Datum
B-139	$L \times S$	B-116	B-13	1	18-8-64	31-8-64
B-114	$S \times L$	B-68	AH-10	1	15-7-64	23-7-64
B-109	$L \times Ca$	B-69	ZN-71	1	15-7-64	23-7-64
B-102	$Ca \times L$	B-77	AH-10	1	20-7-64	30-7-64
B-115	$S \times Ca$	B-68	ZN-71	1	15-7-64	23-7-64
B-119	$Ca \times S$	B-77	B-13	1	21-7-64	3-8-64

TABLEAU 6

Tableau des reines ayant produit les mâles hybrides
utilisés pour la classification

TABELLE 6

Übersicht der Königinnen, die die zur Klassifizierung herangezogenen
Hybrid-Drohnen erzeugten

Nr. d. ♀	Kreuzung	Herkunft d. ♀	Eiablage Beginn	Schlüpfdatum ♂♂	Anzahl ♂♂
1	$L \times S$	B-139	20-10-64	26-11-64	25
2	$S \times L$	B-114	2- 9-64	26- 9-64	80
3	$L \times Ca$	B-109	5- 9-64	28- 9-64	41
4	$Ca \times L$	B-102	3- 9-64	26- 9-64	59
5	$S \times Ca$	B-115	31- 8-64	26- 9-64	48
6	$Ca \times S$	B-119	18- 9-64	6-10-64	48

deten Drohnen gelangten in Wabentaschen zum Schlupf; so war ihre Herkunft sicher. Nur Drohnen mit reichlich Spermienvorrat kamen zur Verwendung. Die Besamung mit dem Sperma eines Drohns ist technisch wohl möglich, doch veranlasst der geringe Füllungsstand der Spermatheka der Königinnen das Volk während der Sommermonate leicht zur stillen Umweiselung. Intensive CO_2 -Behandlung, 2-3 Tage nach der Besamung, brachte auch diese mengenmässig unzulänglich besamten Königinnen bald in Eiablage.

Die Haltung der Ableger erfolgte in 3-Waben-Ablegerkästen. Von den besamten Königinnen gelangten 89 % zur Eiablage. Der Beginn der Eiablage lag zwischen dem 13.- 19. Tag nach dem Schlüpfen. Nach den zwei Inzucht-Generationen führte ich die reziproken Kreuzungen (siehe Tab. 5) durch Besamung mit je einem Drohn der anderen gewünschten Rasse durch. Hier war der Besamungserfolg 83 %. Von jeder Kreuzung wurden zur Sicherheit zwei Königinnen angesetzt, da diese leicht drohnenbrütig werden konnten und so unbrauchbar wurden. Die interessierende Generation der Bastardköniginnen erhielt ich erst Ende August 1964. Um von ihnen die notwendigen Drohnen zu erlangen, blieb nur der Weg über eine vorzeitige Drohnenbrütigkeit der Königinnen offen. Technisch war das möglich durch mehrfache intensive CO_2 -Behandlung der jungen unbegatteten Königinnen (MACKENSEN und ROBERTS 1948). Nach 17-25 Tagen begannen alle so behandelten Königinnen mit der Ablage unbefruchteter Eier, die mir die erforderlichen Drohnen lieferten. Eine nicht mit CO_2 behandelte Königin wird zumeist nach mehr als 30 Tagen nach dem Schlüpfen drohnenbrütig, wenn man sie am Ausflug hindert. Häufig wird sie aber vorher schon von den Bienen getötet. Die verdeckelten Drohnenwaben entnahm ich einige Tage vor dem Schlüpfen den Ablegern und brachte sie in Brutschränke mit einwandfrei kontrollierter Temperatur (35°C) und Luftfeuchtigkeit (55-60 % zum Schlupf. Die Einhaltung konstanter Temperatur und Luftfeuchtigkeit während der letzten Entwicklungsphase ist erforderlich, da nach den Untersuchungen von SOOSE (1954) erhöhte und erniedrigte Temperatur zu einer Veränderung der Melanisierung der Tiere führt.

Die Behandlung, Präparation und zeichnerische Auswertung der Drohnenproben erfolgte nach derselben Methode wie im 1. Abschnitt angegeben.

b) Klassensystem für die Beurteilung der Bastard-Drohnen

Die von den Bastard-Königinnen erzeugten Drohnen liessen sich nicht völlig in die in Teil I angegebenen A- und B-Klassensysteme für die abdominale Melanisierung einordnen. Bei den Drohnen war ein anderer Melanisierungsablauf feststellbar, als bei den rassereinen Tieren. Das erforderte die Einführung neuer Klassen, die in einem eigenen System (C-System, siehe Abb. 3) angeordnet sind. In diesem System stimmen einige der Klassen mit denen im System A und B überein, wie aus der Beschreibung der einzelnen Klassen hervorgeht. Das C-System umfasst auch 10 Klassen. Hier ist wieder anzufügen, dass die Festlegung der Klassen rein subjektiv erfolgen musste. Ebenso kommen kleine Abweichungen bei den verschiedenen Rassenkreuzungen von den im System durch Beschreibung und Zeichnung festgelegten Klassen vor, die bei der anschliessenden Beschreibung der Kreuzungen erwähnt werden.

Klasse C-I: Die Sattelfiguren dieser Klasse sind vergleichbar denjenigen der Klasse B-II, aus der entweder die Drohnen oder die Königinnen (*Ligustica*) stammen.

Klasse C-II: Anzeichen einer Melanisierung des Mittelstreifens des 3. T. kommt bei reinrassigen Drohnen nicht vor.

Klasse C-III: Ähnelt Klasse A-II, nur der Spiegel ist schon geschlossen.

Klasse C-IV: Im allgemeinen entspricht sie der Klasse A-IV, jedoch enthält der geschlossene Spiegel an der caudalen Seite mehr Melanin.

Klasse C-V: Die Melanisierung des Spiegels des 2. T. schreitet fort, so dass der Spiegel median in zwei Teile geteilt wird. Die Buchten des 2. T. sind melaninfrei. Diese Klasse wurde weder im System A noch in B gefunden.

Klasse C-VI: Die Buchten des 2. T. sind mit Melanin gefüllt, das jedoch nur eine kleinere Fläche einnimmt, als bei den Ausgangsrassen. Die Melanisierung geht hauptsächlich im Inneren des Spiegels weiter.

Klasse C-VII: Die Sattelfiguren entsprechen Klasse A-VII, nur die Buchtenflächen sind kaum in Richtung des Spiegelvorderrandes und der Flanken verlängert.

Klasse C-VIII: Die Buchtenflächen sind noch schwach entwickelt und nicht mit der Vorder- spange verbunden. Der Spiegel des 2. T. ist ganz melaniert.

Klasse C-IX: Es besteht kein Unterschied zu Klasse A-IX.

Klasse C-X: Ganz melaniert wie Klasse A-X.

II. — REZIPROKE KREUZUNGEN

a) *Reziproke Kreuzungen*: *Ligustica* $\times$ *Sahariensis* (L $\times$ S)
und *Sahariensis* $\times$ *Ligustica* (S $\times$ L)

Die Kreuzung L $\times$ S ergab eine F₁-Königin (Nr. 1 in Tab. 6), die Drohnen der Klassen C-I bis C-VII erzeugte. Die Mutter dieser Königin war mit einem *Sahariensis*-Drohn der Klasse A-VII besamt worden. Aus Abb. 12 ersehen wir, dass die Kurve 2 Maxima enthält. Das erste findet sich in Klasse C-II, das zweite Maximum in Klasse C-VI. Die Mutter B-139 der Bastard-Königin hatte ihren Ursprung etwa in der Klasse B-II. Diese entspricht im Melanisierungsgrad annähernd der Klasse C-I.

ABB. 12. — Verteilungskurven der Hybrid-Drohnen der reziproken Kreuzungen

S ♀ $\times$ L ♂ ——— und L ♀ $\times$ S ♂ - - - - -.

Die eingezeichneten Säulen stellen die Klassenzugehörigkeit der jeweiligen Elterntiere dar
Die Klassifizierung der Tergitzzeichnungsmuster erfolgt im C-System

FIG. 12. — Répartition des mâles hybrides issus de croisement entre S ♀ $\times$ L ♂ et L ♀ $\times$ S ♂

Les colonnes représentent les groupes auxquels appartiennent les parents
La classification des dessins des tergites correspond au système C

Es findet sich somit in der Nachkommenschaft der Bastard-Königin ein Maximum in der Klassenverteilung nahe der Pigmentierungsklasse ihrer Mutter und eines nahe der Klasse C-VII, der auch der Vater-Drohn der Bastard-Königin angehörte.

Aus der graphischen Darstellung ist klar ersichtlich, dass hier keine eindeutige 1:1 -Spaltung vorliegt, ebenso ist keine uniforme intermediäre Form vorhanden. Das spricht wieder für die Annahme einer polygenen Basis der Melanisierung des Drohnenabdomens. Wegen der fortgeschrittenen Jahreszeit konnten nur noch 25 Drohnen von der obengenannten Königin beschafft werden.

Halbiert man die Kurve durch eine senkrechte Linie im Minimum, so werden dem Typ des *Sahariensis*-Drohns ca. 42 % der Nachkommen zugeordnet, dem Klassenbereich der *Ligustica*-Königin sowie ihrer Nachbarklassen ca. 58 %.

Bei der Kreuzung $S \times L$ erzeugte die F_1 -Königin Drohnen der Klassen C-I bis C-VII. Die *Sahariensis*-Mutter-Königin stammte wahrscheinlich aus der Klasse A-VII, der *Ligustica*-Vater-Drohn aus der Klasse B-II, was etwa der Klasse C-I entspricht. Hier sind ebenfalls 2 Maxima in den Klassen C-III bis C-VI vorhanden. Auch sonst verläuft die Kurve ähnlich wie bei der Kreuzung $L \times S$. Teilen wir die Kurve wie bei der ersten Kombination, erhalten wir an der Seite der *Sahariensis*-Königin 54 % und an der Seite des *Ligustica*-Drohns 46 % Anteil der Sattelfiguren.

Betrachten wir die reziproken Kreuzungen im Zusammenhang und addieren die Prozente der symmetrischen Teilungen der beiden Kurven, so erhalten wir für die *Ligustica*-Seite 52 % und für die *Sahariensis*-Seite 48 % Anteil der Sattelfiguren. Es kann also eine Gruppierung der Nachkommenschaft beider Bastard-Königinnen aus reziproken Kreuzungen um zwei Maxima festgestellt werden. Diese Maxima liegen nahe an denjenigen Klassen, aus denen die beiden Elterntiere stammen. In beiden Kurven ist kein dominierender Einfluss des einen Geschlechtes nachweisbar.

b) *Reziproke Kreuzungen* : *Ligustica* $\times$ *Carnica* ($L \times Ca$)
und *Carnica* $\times$ *Ligustica* ($Ca \times L$)

Die Kreuzung $L \times Ca$ ergab eine F_1 -Königin, die Drohnen der Klassen C-I bis C-IX produzierte. Die Mutter dieser Königin entstammte der Klasse B-II, was dem Ausmass der Pigmentierung in der Klasse C-I entspricht. Der Vater-Drohn der Königin Nr. 3 in Tabelle 6 gehörte der Klasse A-IX an, die im Melanisierungsgrad der Klasse C-IX gleichzusetzen ist. Die zahlenmässige Aufgliederung der Nachkommen auf die einzelnen Klassen findet sich in Abb. 13.

In der Kurve liegt in Klasse C-III und C-IX je ein Maximum. Durch eine Teilung der Kurve im mittleren Wert der Klassenverteilung erhalten wir an der Seite der *Ligustica*-Königin 46 % und im Klassenbereich des *Carnica*-Vater-Drohns 54 % der Sattelfiguren.

Bei der reziproken Kreuzung $Ca \times L$ (Königin Nr. 4 in der Tab. 6) entstammte die *Carnica*-Mutter B 102 der Klasse A-IX (entspricht der Klasse C-IX) und der *Ligustica*-Drohn der Klasse B-IV (entspricht C-III). Die Nachkommenschaft verteilt sich über 7 Klassen von C-III bis C-IX. Die Maxima liegen bei C-IV und C-IX, ein klares Minimum in der Klasse C-VI. Eine Teilung durch den Minimumpunkt ergibt 59 % *Carnica*-ähnliche Tergitmuster und 41 % *Ligustica*-ähnliche Muster. Werden die Werte aus beiden Kreuzungen addiert und der Mittelwert festgestellt, so liegen die Ergebnisse bei 57 % *Carnica*-ähnlichen Nachkommen und bei 43 % *Ligustica*-ähnlichen Drohnen.

c) *Reziproke Kreuzungen* : *Sahariensis* $\times$ *Carnica* ($S \times Ca$)
und *Carnica* $\times$ *Sahariensis* ($Ca \times S$)

Bei der Analyse und Klassifikation der Melanisierungsmuster dieser Kreuzungen traten Schwierigkeiten auf, da die Ausgangsköniginnen und -drohnen den stärker melanisierten Klassen des Systems angehörten, d.h. den Klassen A-V und A-X.

ABB. 13. — Verteilungskurven der Hybrid-Drohnen der reziproken Kreuzungen

Ca ♀ × L ♂ ——— und L ♀ × Ca ♂ - - - - -.

Die eingezeichneten Säulen stellen die Klassenzugehörigkeit der jeweiligen Elterntiere dar
Die Klassifizierung der Tergitzzeichnungsmuster erfolgt im C-System

FIG. 13. — Répartition des mâles hybrides issus des croisements Ca ♀ × L ♂ et L ♀ × Ca ♂

Les colonnes représentent les groupes auxquels appartiennent les parents
La classification des dessins des tergites correspond au système C

ABB. 14. — Verteilungskurven der Hybrid-Drohnen der reziproken Kreuzungen

S ♀ × Ca ♂ ——— und Ca ♀ × S ♂ - - - - -.

Die eingezeichneten Säulen stellen die Klassenzugehörigkeit der jeweiligen Elterntiere dar
Die Klassifizierung der Tergitzzeichnungsmuster erfolgt im C- oder A-Klassensystem

FIG. 14. — Répartition des mâles hybrides issus des croisements S ♀ × Ca ♂ et Ca ♀ × S ♂

Les colonnes représentent les groupes auxquels appartiennent les parents
La classification des dessins des tergites correspond aux systèmes C ou A

So ergab sich bei der ersten Kreuzung einer *Sahariensis*-Königin (Königin Nr. 5 in Tab. 6), die der Klasse A-V einzuordnen war, mit einem *Carnica*-Drohn aus Klasse A-IX in der Nachkommenschaft eine abweichende Verteilung (Abb. 14). Ein Maximum lag in Klasse A-IX. Die in den Klassen IV bis VIII einzustufenden Nachkommen wiesen starke Melanisierung auf, so dass man sie dem A-Klassensystem zuordnen konnte. Es fehlte bei dieser Kreuzung sowohl ein ausgeprägtes zweites Maximum in der Nähe der Melanisierungsklasse der *Sahariensis*-Königin als auch das bei den Kreuzungen $S \times L$ und $Ca \times L$ nachzuweisende Minimum.

In der reziproken Kreuzung, bei der die *Carnica*-Königin aus Klasse A-X und der *Sahariensis*-Drohn aus der Klasse A-IV war, ist ebenfalls nicht die typische Kurvenform zu finden. In beiden Fällen dominiert der dunklere, d.h. der stärker melanierte *Carnica*-Typ eindeutig. Dabei ist es belanglos, ob von der *Carnica*-Rasse der männliche oder weibliche Kreuzungspartner stammte.

III. — DISKUSSION

Die Ergebnisse des zweiten Teiles können bei der Komplexität der Musterausbildung des Drohnen-Abdomens nur beschreibender Natur sein. Bisher liegen auch keine ausreichenden Ergebnisse anderer Autoren vor, die einen Vergleich ermöglichen könnten.

Es lässt sich jedoch feststellen, dass bei der Kreuzung von Vertretern aus zwei verschiedenen Klassensystemen ($S \times L$ und $Ca \times L$) für die Klassifizierung der Bastard-Drohnen in den mittleren Klassenstufen die Ausgangssysteme der A- und B-Klassen nicht ausreichend sind. Zur Einstufung dieser Pigmentmuster war die Einführung eines weiteren Systems (System C) erforderlich.

Für die Kreuzung von zwei Rassen desselben Klassensystems ($Ca \times S$) reicht das elterliche Klassensystem auch für die Einstufung der Nachkommen aus. Hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Drohnen wegen der starken Melanisierung der Ausgangstiere alle in den Klassenbereich A-V bis A-IX einzuordnen sind, in dem überdies zu den Klassen des C-Systems starke Übereinstimmung mit den Klassen des A-Systems herrscht.

Eine Abschätzung der der Musterbildung zugrunde liegenden genetischen Basis ist auf Grund des unzureichenden Materials nicht möglich.

In der Arbeit von ROBERTS (1950, zit. bei ROBERTS u. MACKENSEN 1951) wird von Untersuchungen über die Pigmentierungs-Intensität nach Kreuzung von sehr hellen mit dunklen Bienenstämmen, die jedoch nicht einer definierten geographischen Rasse angehörten, berichtet. Die Kreuzungen wurden mit Hilfe der instrumentellen Besamung durchgeführt und sind daher einwandfrei in Hinsicht auf die Kontrolle der Paarungen. Bei der Einstufung der Nachkommen fand jedoch lediglich der Helligkeitsgrad Berücksichtigung, die feinere Ausbildung des Melaninmusters beachtete man nicht. Eine Abschätzung der beteiligten Erbträger führte zur Annahme von 7 Genpaaren für die Ausbildung der abdominalen Ausfärbung. ROBERTS stellte in seiner Arbeit auch einen kontinuierlichen Übergang von hell zu dunkel fest. Eine Häufung einzelner Typen mit bestimmtem Melanisierungsgrad wurde nicht konstatiert. Meine Befunde, dass nach Kreuzungen von hellen und dunklen Elterntieren

aus verschiedenen Rassen bei den Bastard-Drohnen zwar alle Zwischenklassen der Melanisierung, jedoch eine Häufung von Exemplaren nahe der Klassen der beiden Elterntiere der Hybrid-Königin nachweisbar ist, liefert vielleicht eine Erklärung für die unterschiedlichen Beobachtungen früherer Autoren nach Rassenbastardierungen. Bei diesen älteren Beobachtungen muss aber berücksichtigt werden, dass hier fast immer ein Rückschluss von den beobachtbaren Ergebnissen, das heisst der Nachkommen auf die Partner der nicht zu beobachtenden Paarung erfolgte. Heute sind wir über die früher unbekannte Mehrfachpaarung der Bienenkönigin unterrichtet und müssen daher die Mitteilungen genetisch-züchterischer Art bei der Honigbiene aus den Jahren vor 1955 kritisch beurteilen.

DZIERZON (zit. bei ARMBRUSTER, 1935) berichtete von der männlichen Nachkommenschaft einer *Mellifica-Ligustica* Bastard-Königin, es sei eine Aufspaltung in *Mellifica*- und *Ligustica*-Drohnen erfolgt. Bei einer wenig differenzierenden Analyse des Melanisierungsmusters mag durch die Häufung der Nachkommen in zwei Maxima diese Schlussfolgerung verständlich sein. Nach seinen Beobachtungen von der Verteilung der Sohn-Drohnen einer *Mellifica-Ligustica* Bastard-Königin glaubte NEWELL (1915) die DZIERZON'sche Feststellung bestätigt zu finden. In einer Prüfung den Nachkommenschaft von *Caucasica-Nigra* Bastard-Königinnen fand ZANDER (1923) eine starke Aufspaltung der Drohnen; detailliertere Angaben wurden nicht gemacht. Als Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Aufspaltung der Drohnen-Nachkommenschaft von Bastard-Königinnen betonte Armbruster (1923) das Überwiegen des mütterlichen Einflusses. Die von LAIDLAW u. EL BANBY (1962) und EL BANBY (1965) beobachtete Überdeckung der dunklen Ausfärbung durch gelbe, bei F_1 -Generation Arbeiterinnen, und die darauffolgende Aufspaltung der Hybrid-Drohnen von Nachzuchtköniginnen im Verhältnis 1:1 konnte ich nicht feststellen.

Wenn auch die zum Teil individuenmässig unzureichenden Drohnenproben eine quantitative genetische Analyse nicht ermöglichen, so lässt sich doch aussagen, dass die beiden « Elterntypen-Maxima », wenn man durch das Minimum eine senkrechte Trennungslinie zieht, dem Verhältnis 1:1 recht nahe kommen. Trotzdem besteht in beiden Teilen ein klarer polygener Einfluss der Elterntiere. Meine Befunde bestätigen nicht eine stärkere Matroklinie. Diese Verschiebung besprochener Verhältnisse tritt auf bei der reziproken Kreuzung von Exemplaren, die zwei dunklen Rassen angehören ($Ca \times S$ und $S \times Ca$). Hier zeigen die reziproken Kreuzungen nur ein Übergewicht der dunkleren- in diesem Falle *Carnica*-Form. Der dominierende Einfluss war jedoch unabhängig vom Geschlecht des stärker melanierten Partners.

Reçu pour publication en février 1966

DANK

Das Thema dieser Arbeit wurde mir von Herrn Prof. GOETZE gegeben und der Fortgang der Untersuchungen von ihm mit Interesse verfolgt.

Die im Manuskript mitgeteilten Untersuchungsergebnisse lagen beim Tod von Herrn Prof. GOETZE im Frühjahr 1965 in dieser Form vor.

Für die Hilfe bei der Herstellung der Zeichnungen und Tabellen sei Fräulein B. RAPPE an dieser Stelle gedankt. Herrn Dr. W. DRESCHER danke ich für die Durchsicht des Manuskriptes.

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde eine eingehende Phänoanalyse der Abdominal-Tergite von Drohnen folgender geographischer Rassen durchgeführt : *Carnica*, *Mellifica* (*Nigra*), *Caucasica*, *Persica*, *Armenica*, *Ligustica*, *Sahariensis*, *Fasciata* und *Cypria*. Anschliessend erfolgten mit Hilfe der künstlichen Samenübertragung die reziproken Kreuzungen der Rassen : *Sahariensis* $\times$ *Ligustica*, *Carnica* $\times$ *Ligustica* und *Sahariensis* $\times$ *Carnica*.

Zur Analyse und Beschreibung der dunklen Melaninmuster auf gelbem Untergrund wurde das 2.-5. Tergit präpariert und gezeichnet. Unter der Berücksichtigung der bereits vorhandenen, älteren Nomenklatur mussten zur eingehenden Klassifizierung einige Begriffe neu eingeführt werden. Die Zeichnungen der mehr als 1300 Exemplare der Drohnen verschiedener geographischer Rassen und Rassenkreuzungen wurden so angeordnet, dass eine kontinuierliche Reihe in der Ausbildung des dunklen Farbmusters der Abdominal-Tergite entstand.

Für die geographischen Rassen : *Carnica*, *Mellifica* (*Nigra*), *Caucasica*, *Persica*, *Armenica*, *Sahariensis*, *Fasciata* und *Cypria* reichte eine 10-klassige Einteilung zur Erfassung der hervorstechenden Veränderungen aus. Diese Klassifizierung bezeichnete ich als A-System.

Die Tiere der *Ligustica*-Rasse verlangten für sich ein eigenes System (System B). Es wurde erforderlich, weil bei dieser Rasse im Bereich der helleren Klassen der Tergitfärbung keine Übereinstimmung mit den Tieren von System A bestand.

Hier lässt sich jedoch nicht einwandfrei klären, inwieweit das Melanisierungsmuster der hellen Stufen durch züchterische Selektion der inkerlich bevorzugten, helleren Formen bedingt ist. Für die Einordnung von dunkleren *Ligustica*-Material stand nicht eine ausreichende Anzahl Drohnen zur Verfügung. Die wenigen dunklen Exemplare der Klassen BVII-BIX zeigten starke Annäherung an die andersrassigen Tiere der entsprechenden Melanisierungsklassen des A-Systems.

Bei der Klassifizierung der Zeichnungsmuster der Hybrid-Drohnen wurde die Einführung eines weiteren Klassensystems (System-C) notwendig, weil besonders bei den Kreuzungen zwischen Elterntieren aus verschiedenen Systemen Zwischenformen auftraten, die sich nicht in die Klassen der Ausgangssysteme einfügten.

Die Festlegung der vorgenannten 10 Klassen mussten notwendigerweise willkürlich und subjektiv erfolgen, da zwischen den ausgewählten Melanisierungsklassen gleitende Übergänge nachweisbar sind.

Bei den zum System A gehörenden Rassen wurde konstatiert, dass jede geographische Rasse in diesem System in Hinsicht auf das Zeichnungsmuster der Drohnenabdomens einen bestimmten Bereich des gesamten möglichen Musterspektrums einnimmt. Diese rasstypischen Bereiche überschneiden sich jedoch erheblich und lassen dadurch eine Trennung der geographischen Rassen allein auf Grund der Musterbildung der Drohnentergite nicht zu. Dabei nahm *Persica* das ganze Spektrum ein, während sich die übrigen Rassen in eine Reihe von *Fasciata* über *Cypria*, *Sahariensis*, *Armenica*, *Carnica*, zu *Caucasica* und *Mellifica* (*Nigra*) mit zunehmender Dunkelfärbung einordnen liessen.

Für die reziproken Kreuzungen fanden jeweils zwei in ihrer Ausfärbung bekannte Elterntiere Verwendung. Es wurde die Häufigkeitsverteilung der Nachkommen innerhalb des Klassensystems geprüft.

Nach Kreuzungen von Elterntieren sehr unterschiedlicher Melanisierung wurden bei den Bastard-Drohnen alle Zwischenklassen der Ausfärbung gefunden. Eine Anhäufung von Nachkommen nahe den Klassen der beiden Elterntiere der Hybridkönigin wurde festgestellt, wie aus den zweigipfeligen Verteilungskurven aller reziproken Kreuzungen ersichtlich ist.

Die Annahme früherer Autoren von einer Spaltung der Nachkommen nach Rassenkreuzungen im Verhältnis 1:1 ist vermutlich durch zu einfache Betrachtung der Bastarde ohne eine stärker differenzierende Analyse des Melanisierungsmusters entstanden. Die Häufigkeitsverteilung der Drohnen innerhalb der Stichproben geographischer Rassen und der Nachkommen von Rassenkreuzungen sprechen für eine polygene Basis der Musterausbildung des Drohnenabdomens.

Bei den reziproken Kreuzungen zeigte sich allgemein keine stärkere Matroklinie in der Vererbung des Melanisierungsmusters. Ein dominierender Einfluss des dunkleren Partners war nachweisbar.

RÉSUMÉ

LA PHÉNO-ANALYSE DES TERGITES ABDOMINAUX DES MALES
DE DIFFÉRENTES RACES GÉOGRAPHIQUES DE L'ABEILLE (*APIS MELLIFICA* L.)
ET DE LEURS CROISEMENTS

Le présent travail débute par une phéno-analyse des tergites abdominaux chez les mâles des races géographiques suivantes : *Carnica*, *Mellifica* (*Nigra*), *Caucasia*, *Persica*, *Armenica*, *Ligustica*, *Sahariensis*, *Fasciata* et *Cypria*. L'auteur analyse ensuite les tergites abdominaux des mâles provenant de croisements réciproques entre deux races, obtenus par insémination artificielle. Il s'agit des croisements suivants : *Sahariensis* × *Ligustica* ; *Carnica* × *Ligustica* et *Sahariensis* × *Carnica*.

Quatre tergites (du 2^e au 5^e) ont été préparés et dessinés afin de permettre l'analyse des dessins de mélanine sur fond jaune. Pour avoir une classification exacte il a été nécessaire d'introduire quelques définitions nouvelles, tout en conservant les *termini technici* et les définitions des auteurs précédents. Les dessins de plus de 1 300 mâles et races géographiques différentes et issus de croisements entre races, ont été répartis de façon à montrer une série continue dans la formation du pigment sombre des tergites abdominaux.

Pour les races géographiques suivantes : *Carnica*, *Mellifica* (*Nigra*), *Caucasica*, *Persica*, *Armenica*, *Sahariensis*, *Fasciata* et *Cypria*, une répartition en 10 classes a suffi pour comprendre les variations prédominantes. Cette classification est nommée système A.

Pour les insectes de la race *Ligustica* il a fallu un système particulier (système B), la couleur des tergites n'ayant pas de rapport avec celle des insectes du système A dans les classes les plus claires.

On ne peut déterminer exactement dans quelle mesure les dessins de mélanine des degrés clairs sont conditionnés par la prédilection des apiculteurs pour les formes claires et par leur sélection.

L'auteur n'a pas pu réunir un assez grand nombre de mâles sombres de race *Ligustica* pour les ranger dans la série. Les quelques exemplaires des groupes B-VII à B-IX montrent une nette parenté avec les animaux des autres races appartenant aux groupes correspondants du système A.

Un troisième système (système C) a été nécessaire pour classer les dessins de mâles hybrides car il existe des formes intermédiaires, surtout dans les croisements d'animaux provenant de systèmes différents. Les formes intermédiaires ne se laissent pas insérer dans les classes du système de base.

L'arrangement des 10 classes déjà mentionnées est nécessairement arbitraire et subjectif comme le montrent les transitions entre les groupes de mélanine choisis.

En ce qui concerne les dessins de l'abdomen, l'auteur constate que chaque race géographique occupe une partie déterminée du spectre des formes possibles. Ces parties caractéristiques des races se chevauchent considérablement et ne permettent pas une division des races fondée uniquement sur la formation des dessins sur les tergites des mâles. Ainsi *Persica* occupe tout le spectre, tandis que les autres races peuvent être classées en une série de plus en plus foncée allant de *Fasciata* en passant par *Cypria*, *Sahariensis*, *Armenica*, *Carnica*, jusqu'à *Caucasica* et *Mellifica* (*Nigra*).

Pour les croisements réciproques on a utilisé chaque fois deux animaux de couleur connue. On a déterminé chez les descendants le nombre d'individus de chaque classe du système.

Des croisements entre parents de couleur très différente ont donné des mâles qui avaient toutes les colorations intermédiaires.

Les courbes de distribution de croisements réciproques montrent une accumulation des descendants au voisinage des classes des deux parents d'une reine hybride. L'hypothèse de certains auteurs selon laquelle, après des croisements de race, les descendants se divisent dans le rapport 1 : 1 est due sans doute à un examen trop rapide des bâtards et du dessin de mélanine. La fréquence de répartition des individus à l'intérieur des races géographiques et chez les descendants issus de croisements interracialisés, laisse supposer une base polygène dans la formation des dessins de l'abdomen chez les mâles. Lors des croisements, on n'a pas constaté de prépondérance des caractères maternels (matroclinie) dans la transmission du dessin de mélanine. L'influence dominante du partenaire plus foncé a été mise en évidence.

SUMMARY

PHENO-ANALYSIS OF THE ABDOMINAL TERGITES
OF THE MALES OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL RACES
AND CROSSINGS OF THE BEE (*APIS MELLIFICA* L.)

This work began with a pheno-analysis of the abdominal tergites of the males of the following geographical races : *Carnica*, *Mellifica* (*Nigra*), *Caucasia*, *Persica*, *Armenica*, *Ligustica*, *Sahariensis*, *Fasciata* and *Cypria*. An analysis was then made of the abdominal tergites of males from reciprocal crossings between two races, effected by artificial insemination. The following crossings were used : *Sahariensis* × *Ligustica*, *Carnica* × *Ligustica*, and *Sahariensis* × *Carnica*.

Four tergites were prepared (the second to the fifth), and they were drawn on a yellow background for analysis of the melanin patterns. In order to have an exact classification, it was necessary to add some new definitions to the terms and definitions given by previous authors. The patterns of more than 1300 males were assessed, both from different geographical races and from the issue of crossings between races, and they were found to comprise a continuous series.

For the following geographical races — *Carnica*, *Mellifica* (*Nigra*), *Caucasia*, *Persica*, *Armenica*, *Sahariensis*, *Fasciata*, and *Cypria* — a division into ten classes was sufficient to identify the predominant variations. This classification was called System A.

A special system (System B) was needed for the insects of the *Ligustica* race, since the colour of the tergites in the lightest coloured classes had no relation to that of the insects in System A. However, it cannot be exactly determined to what extent the patterns of the light coloured categories are conditioned by the predilection of apiarists for light coloured forms, and to what extent by selection.

It has not been possible to collect a large enough number of dark males of the *Ligustica* race for them to be included in the series. The few examples of the groups BVII to BIX show a clear relationship to the bees of the other races belonging to the corresponding groups in System A.

A third system (System C) was necessary for classifying the patterns of male hybrids, since there exist intermediary forms, especially in the crossings of bee from different systems. The intermediary forms cannot be included in the classes of the basic system.

The arrangement of the ten classes already mentioned is necessarily arbitrary and subjective, as is shown by the transitions between the melanin groupings chosen.

With regard to pattern on the abdomen, it was shown that each geographical race occupies a fixed portion of the range of possible forms. These parts are characteristic of the race but overlap considerably, and they do not allow division into races solely on the patterns on the tergites of the males. Thus *Persica* covers the whole range, whilst the other breeds can be classified in a series of increasing darkness, starting from *Fasciata*, passing through *Cypria*, *Sahariensis*, *Armenica*, and *Carnica*, and extending to *Caucasia* and *Mellifica* (*Nigra*) at the extreme.

For reciprocal crossings, two bees of known colour were used each time, and the number of descendants falling into each class of the system was determined.

Crossings between parents of very different colour gave males with all intermediary colours. The distribution curves show an accumulation of descendants similar to the classes of the two parents of a hybrid queen. The hypothesis of certain authors that, after crossings between races, the descendants are grouped in a 1:1 ratio is doubtless due to a too hasty examination of bastards and of the melanin pattern.

The distribution within geographical races and among the descendants of interracial crossings suggest that there is a polygenic basis for the formation of the pattern on the abdomen of males. During the crossings, no preponderance of maternal characteristics (matrocliny) was shown in the transmission of the melanin pattern, and the dominant influence of the darker partner was established.

LITERATURVERZEICHNIS

- ADAM Brother, 1951. In search of the best strains of bees. *Bee World*, **32**, 49-52, 57-62.
ADAM Brother, 1961. In search of the best strains of bees. Third journey : The Iberian Peninsula. *Bee World*, **42**, 123-131.
ADAM Brother, 1964. Auf der Suche nach den besten Bienenstämmen. *Südwestdtsh. Imker*, **16**, 212-215.
ADAM Brother, 1965. Auf der Suche nach den besten Bienenstämmen. *Südwestdtsh. Imker*, **17**, 14-17.

- ALBER M., 1952. Imkerbummel in Algerien. *Dtsch. Bienenwirtschaft*, **3**, 204-208.
- ALBER M., JORDAN R., RUTNER F. u. H., 1955. Von der Paarung der Honigbiene. *Z. Bienenforsch.*, **3**, 1-28.
- ARMBRUSTER L., 1919. Bienenzüchtungskunde. Theodor Fischer Verlag Berlin.
- ARMBRUSTER L., 1923. Wie untersucht man Bienenstämme und Bienenkreuzungen auf ihre Farbe? *Arch. Bienenkde*, **5**, 97-123.
- ARMBRUSTER L., 1935. Hundert Jahre Parthenogenesis. DZIERZON: Der sparsame Bienenkönig. *Arch. Bienenkde*, **16**, 283-314.
- BALDENSPERGER Ph. J., 1933. Variétés d'abeilles en Afrique du Nord. *Ve Congrès Intern. d'Entomol.*, Paris 1932. II. Travaux 829-839.
- BAKK F., 1955. Rassenuntersuchungen an der ungarischen Honigbiene (ungar). *Méhéset*, **3**, 223-227 (Ref. *Bee World*, **38**, 79).
- BELDAME R., 1951. Un progres important a réaliser. *Gazette Apicole*, **6**, 166.
- BERG A. H. v. d., 1957. Raskenmerken bij Honingbijen. *Maandschrift voor Bijenteelt*, **59**, 212-214.
- BOVERI Th., 1915. Über die Entstehung der Eugsterschen Zwitterbienen. *Arch. Entwickl. Mech.*, **41**, 264-311.
- BUTTEL-KEEPEN H. von, 1906. Apistica. *Mitt. Zool. Mus. Berlin*, **3**, (2).
- BUTTEL-KEEPEN H. von, 1921. Zur Lebensweise der ägyptischen Biene (*A. mell. fasciata*) sowie einiges zur Geschichte der Bienenzucht. *Arch. Bienenkde*, **3**, 19-67.
- EL-BANBY A. M., 1963. Biometrical investigations on the egyptian honeybee. *XIXth Intern. Beekeep. Congr. Prag*, 7-8.
- EL-BANBY A. M., 1965. Die Vererbung der Unterleib-Wechselbeziehung bei den Mestizen der Carniolisch-Ägyptischen. *Apimondia 1/1. Intern. Kongress Bukarest*.
- FARCAS A., 1938. Contributuni la studiul culorii albinelor (rumän). *Bull. Facult. Agron. Din Cluj*, **7**, 4-9.
- FISTEAG J. N., 1937. Cercetări biometrice la albinele romanesti. *Diss. Veterinär.-Medic. Fakult. Univ. Bukarest*.
- GERSTÄCKER A., 1862. Über die geographische Verbreitung und die Abänderungen der Honigbiene der Alten Welt. (Bei BUTTEL-KEEPEN) 1906.
- GIAVARINI L., 1953. Ricerce sui caratteri razziali dell' *Apis m. ligustica* SPINOLA. *Mem. Soc. Entomol. Italia* **32**, 129-139.
- GOETZE G., 1930. Variabilitäts- und Züchtungsstudien an der Honigbiene mit besonderer Berücksichtigung der Langrüsseligkeit. *Arch. Bienenkde*, **11**, 135-274.
- GOETZE G., 1938. Die geographischen Rassen der Honigbiene und die Zuchtbestrebungen der Reichsfachgruppe Imker. *VII. Intern. Kongr. Entom. Berlin*, **3**, 1792-1801.
- GOETZE G., 1950. Monographie der Carnica-Biene. *Imme*, **2**, 126-184.
- GOETZE G., 1951. Zur Farbanalyse der Abdominal-Tergite der Drohnen der Italiener-Biene. (*Apis m. var. ligustica* SPIN.) *Imme*, **3**, 230-234.
- GOETZE G., 1964. Die Honigbiene in natürlicher und künstlicher Zuchtauslese. Teil I. Beihefte zur *Z. angew. Entomol.*, **19**, 1-120.
- GOETZE G., 1964. Die Honigbiene in natürlicher und künstlicher Zuchtauslese Teil II. Beihefte zur *Z. Entomol.*, **20**, 1-92.
- HACCOUR P., 1960. Investigations on the Sahara bee in Morocco. *C. R. Soc. Sci. nat. Maroc*, **6**, 96-98.
- HASSANEIN M. H., EL-BANBY M. A., 1956. Studies on the biometrics of the Egyptian honeybee (*Apis m. fasciata* LATR.) *Bull. Soc. Entomol. Égypte*, **40**, 127-130.
- KASCHEFF A. H., 1959. The single strain of the Egyptian honeybee. *Insectes Sociaux*, **6**, 243-257.
- KATOGLAN A., 1963. Charakteristik der Honigbiene. *Vollst. Texte der Vorträge XIX. Apimondia-Kongr.* 1963, II. Teil, 231-235.
- KERR W. E., DE-PORUGAL A. V., 1958. Racas de abelhas de Africa. (portug.). *Garcia de Orla*, **6**, 53-59.
- LAIDLAW H. H., EL-BANBY A. M., 1962. Inhibition of yellow body color in honeybee. *J. Heredity*, **8**, (7-8) 171-173.
- MACKENSEN O., 1943. The occurrence of parthenogenetic females in some strains of honeybees. *J. econ. Entomol.*, **36**, 465-467.
- MACKENSEN O., ROBERTS W. C., 1948. Manual for the artificial insemination of queen bees. *U. S. Bureau Ent. E. T.*, **250**, 1-33.
- MARKOSJAN Z., 1960. Einige Merkmale der armenischen Bienen. (russ.). *Ptschelowodstwo*, **8**.
- NEWELL W., 1915. Inheritance in the honey bee. *Science*, **41**, 218-219.
- PEER D. F., 1956. Multiple mating of queen honeybees. *J. econ. Entomol.*, **49**, 132.
- RIHAR J., 1961. Recherches biométriques sur la couleur des abeilles carnioliennes en Yougoslavie. *Ann. Abeille*, **4**, 41-50.
- ROBERTS W. C., 1950. (Dissertation). Summary and Conclusions (Univ. of Wisconsin for Ph. D. Examination).

- ROBERTS W. C., MACKENSEN O., 1951. Breeding improved honey bees. *Amer. Bee. J.*, **91**, 292-294, 328-330, 382-384, 418-421, 473-475.
- ROTTER E., 1919. Die Goldbienen. *Dtsch. Imker aus Böhmen*, **32**, 131.
- ROTTER E., 1921. Die ägyptische Biene (*Apis m. fasciata* LATR.). *Arch. Bienenkde*, **3**, 1-8.
- RUTTNER F., 1951. Das Gelb der *Carnica*. *Bienenmütterchen*, (10).
- RUTTNER F., 1963. Die künstliche Besamung der Bienenkönigin als Voraussetzung für die Selektion und Vererbungsstudien. *XIX. Intern. Kongr. Prag*, II. Band.
- RUTTNER F., 1963. Die Zuchtauslese bei der Biene. Verlag Nö. Imkerschule Wr. Neustadt.
- RUTTNER F., und H., 1962. Genetische Analyse der braunen Zeichnungsmuster am Abdomen von *Carnica* Bienen. *Bee-Genetics information Bull.*, **3**, 18.
- SKORIKOW A., 1929. Beiträge zur Kenntnis der kaukasischen Honigbiene. (russ.). *Ber. Buros. angew. Entomol.*, **4**, 1-5.
- SKORIKOW A., 1929. Eine neue Basis für eine Revision der Gattung *Apis* L. *Rep. appl. Entomol.*, **4**, 249-270.
- SMITH F. G., 1961. The races of honeybees in Africa. *Bee World*, **42**, 255-260.
- SNODGRASS R., 1956. *Anatomy of the honeybee*. Cornstock Publishing Associates, Ithaca, New York.
- SOOSE E. 1954. Einfluss der Temperatur auf die Ausgestaltung von Flügelindex und Panzerfarbe der Honigbiene (*Apis mell.*). *Arch. Bienenkde*, **31**, 50-66.
- TABER S. III, 1954. The frequency of multiple mating of queen honeybees. *J. econ. Entomol.*, **47**, 995-998.
- TEMPLER C. R., 1957. Beekeeping in the Canary Islands. *Bee World*, **38**, 184.
- WERTHEIM G., 1940. Some remarks on the race of the Palestinian honey bee. *Bee Kingdom*, **11**, 281-283.
- ZANDER E., 1921. Beiträge zur Rassenunterscheidung der Honigbiene (*Apis mell. L.*) *Arch. Bienenkde*, **3**, 153-176.
- ZANDER E., 1923. Beiträge zur Variabilität und Vererbung bei der Honigbiene. *Erlanger Jb. Bienenkde*, **1**, 5-66.
- ZANDER E., WEISS K., 1964. *Das Leben der Biene*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.