

(Aus der Biologischen Station Lunz und der Bundesanstalt für Bienenkunde,
Wien.)

Über die Vererbung einiger Rassenmerkmale bei der Honigbiene (*Apis mellifica**)¹⁾.

Vorläufige Mitteilung.

Von

Friedrich Ruttner.

Mit 4 Textabbildungen.

Bei den Unterschieden zwischen niedrigen systematischen Kategorien — etwa zwischen geographischen Rassen oder zwischen Ökotypen — handelt es sich überwiegend um quantitativ variierende Merkmale, deren genetische Analyse außerordentliche Schwierigkeiten bereitet. Denn diese Merkmale sind polygen bedingt und jeder einzelne der meist sehr zahlreichen am polygenen System beteiligten Faktoren verursacht einen nur sehr geringen phänotypischen Effekt mit transgredierender Variabilität, so daß eine individuelle Verfolgung im genetischen Experiment wie bei mutativ entstandenen Faktoren unmöglich ist. Deshalb konnte bisher eine genetische Analyse polygener Merkmale nur in wenigen, meist aus dem Pflanzenreich stammenden Fällen und bei Anwendung besonderer statistischer Methoden durchgeführt werden (K. Mather 1949).

Die Honigbiene scheint nun — ungeachtet aller sonstigen Schwierigkeiten — auf Grund einiger biologischer Eigenheiten für derartige Untersuchungen besonders geeignet zu sein. Denn einmal liefert die praktisch unbegrenzt große Nachkommenschaft jeder einzelnen Königin immer ausreichendes Material für die statistische Bearbeitung; und dann vereinfachen die haploiden Drohnen als „personifizierte Gameten“ die statistisch-genetische Analyse ganz

*) Herrn Professor Dr. Franz Ruttner zu seinem 70. Geburtstage gewidmet.

¹⁾ Die Durchführung dieser Arbeit wurde durch den Österr. Imkerbund ermöglicht, wofür auch an dieser Stelle nochmals der beste Dank ausgesprochen wird.

ungemein. Bisher bestand nur die Schwierigkeit, daß begattete Königinnen im ersten Jahr gewöhnlich keine Drohnen produzieren und daß bei Verhinderung der Begattung eine „Drohnenbrütigkeit“ der virginellen Königin erst nach etwa sechs Wochen eintritt, wobei gewöhnlich noch Verluste in Kauf genommen werden müssen. Durch zweimalige CO_2 -Narkose der unbegatteten Königin gelingt es jedoch, sie schon innerhalb weniger Tage zur Eiablage zu bringen (Mackensen 1947), eine Methode, die von uns 1951 mit Erfolg für Kreuzungsanalysen benutzt wurde. Das Schema eines Kreuzungsexperimentes mit Analyse der F_1 -Gameten sieht demnach folgendermaßen aus:

Voraussetzung ist natürlich, daß man mit Merkmalen arbeitet, die sich sowohl bei Drohnen wie bei Arbeiterinnen manifestieren.

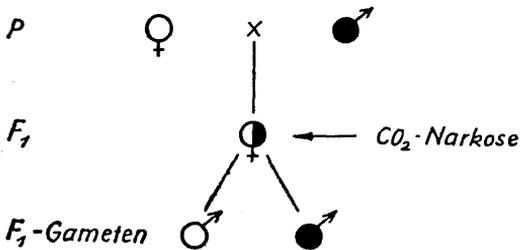


Abb. 1. Schema eines Kreuzungsexperimentes bei der Honigbiene mit Drohnenanalyse der F_1 -Königin.

Von den zahlreichen geographischen Rassen von *Apis mellifica* kommen für Vererbungsversuche in unseren Breiten aus ökonomischen Gründen nur solche europäischen Ursprungs in Frage. Uns interessieren hier

in erster Linie die beiden Rassen *var. mellifica* und *var. carnica*; als Ergebnis glazialer Disjunktion ist erstere von Westeuropa, letztere von der Balkanhalbinsel postglazial nach Mitteleuropa vorgedrungen. Obwohl es heute in Österreich „wilde Bienenvölker“ nicht mehr gibt, haben sich hier doch die ursprünglichen Verbreitungsgrenzen dieser Rassen bis heute erhalten; nördlich des Hauptkammes der Alpen findet sich *var. mellifica* (von den Imkern als „Dunkle“ oder „Deutsche“ Biene bezeichnet), südlich und östlich davon *var. carnica* (Kärntner Biene).

Beide Rassen lassen sich ohne Schwierigkeiten miteinander kreuzen. Es bestehen zwischen ihnen sehr charakteristische biologische Unterschiede in der Neigung zum Schwärmen, Angriffslust, Brutbeginn und -ausdehnung, Verwendung von Kittharz usw. Die morphologischen Unterschiede sind zwar nicht sehr groß, aber

durchaus spezifisch. In Tab. 1 sind die Mittelwerte der im Kreuzungsexperiment verfolgten Merkmale angeführt. Beide verwendeten Linien — die *Carnica* stammt aus der Obersteiermark, die *Mellifica* aus dem Salzkammergut — wurden durch mehrere Generationen ingezüchtet, so daß ein hoher Grad von Homozygotie erreicht ist.

Tabelle 1. Mittelwerte einiger morphologischer Rassenmerkmale von Arbeiterinnen der *var. mellifica* und *var. carnica*.

	<i>Mellifica</i>	<i>Carnica</i>
Flügelänge	9,46 ± 0,012 mm	9,29 ± 0,014 mm
Flügelbreite	3,18 ± 0,007 mm	3,28 ± 0,009 mm
Cubital-Index	1,54	3,42
Haarlänge	0,52 mm	0,31 mm
Tomentum-Index	1,70	2,90

Der **Cubitalindex** ist ein von *Goetze* (1930) eingeführtes Merkmal des Flügelgäders, das in der Rassensystematik der Ho-

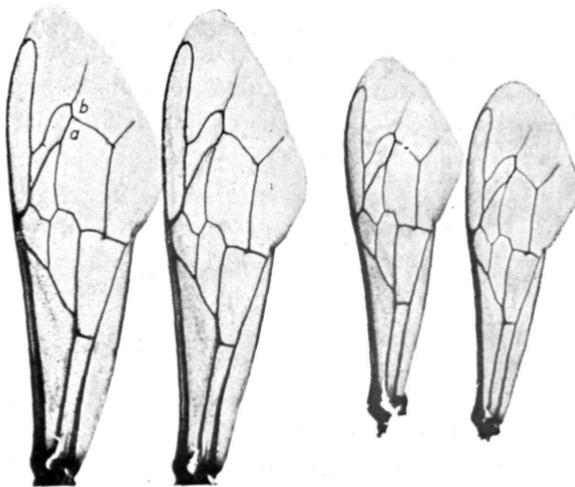


Abb. 2. Vorderflügel der Honigbiene, links von Drohnen, rechts von Arbeiterinnen; *var. carnica* jeweils links, *var. mellifica* jeweils rechts. *a:b* = Cubital-Index.

nigbiene eine besondere Bedeutung erlangt hat. Es besteht eine sehr große, spezifische Variabilität der 3. Cubitalzelle, hervorgerufen durch eine mehr apicale oder basale Einmündung des Nervus recurrens (Abb. 2). Als Cubitalindex wird das Verhältnis zwischen den beiden Strecken *a* : *b* bezeichnet; sein Mittelwert liegt bei den

Arbeiterinnen der var. *mellifica* zwischen 1,5 und 2,0, bei der var. *carnica* zwischen 2,3 und 3,5. Bei Königinnen sind die Werte höher, bei Drohnen tiefer. Dieses Merkmal hat sich für rassensystematische und genetische Untersuchungen als sehr brauchbar erwiesen, da es sich bei Arbeiterinnen, Drohnen und Königinnen manifestiert, ganz exakt meßbar ist und eine nur geringe phänotypische Beeinflußbarkeit aufweist.

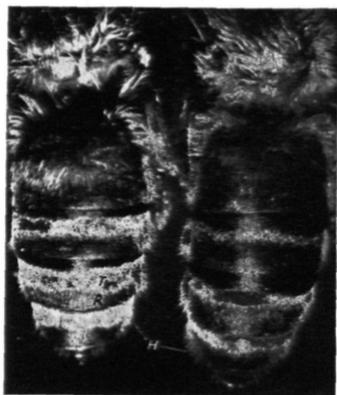


Abb. 3. Abdomen der Arbeitsbiene, Dorsalansicht. Links var. *carnica*, rechts var. *mellifica*. *H* = Überhaar, *T* = Tomentum, *T : R* = Tomentum-Index.

Haarlänge und Tomentum-(Filzbinden-)Breite können nur bei Arbeiterinnen festgestellt werden. Die Länge der Behaarung wird am 5. Tergit des Abdomens gemessen, wo das sogenannte Überhaar am stärksten entwickelt ist. Die Tomentumbreite wird im Verhältnis zur Breite des unbehaarten Anteils des betreffenden Tergits als „Tomentum-Index“ bestimmt. Die verschiedene Ausbildung der beiden Merkmale bei den beiden Rassen geht aus Abb. 3 deutlich hervor.

Die F_1 aus der Kreuzung der lang- und schmalflügeligen var. *mellifica* mit der kurz- und breitflügeligen var. *carnica* zeigt eine deutliche Heterosiswirkung, die der Bastard auch in anderen Eigenschaften (Vitalität, Honigertrag) erkennen läßt (Tab. 2).

Tabelle 2. Flügellänge und -breite der reziproken Kreuzungen zwischen var. *mellifica* und var. *carnica*.

	<i>Mell.</i> × <i>Carn.</i>	<i>Carn.</i> × <i>Mell.</i>
Flügellänge	9,52 ± 0,014 mm	9,41 ± 0,016 mm
Flügelbreite	3,24 ± 0,009 mm	3,31 ± 0,007 mm

Dadurch, daß alle Maße größer sind als das P-Mittel, besitzt die F_1 eine größere Flügelfläche als jeder der beiden Eltern. Unter der Annahme, daß eine Vergrößerung der Flügelfläche die Flügeltüchtigkeit verbessert, kann diese neue Genkombination einen positiven Selektionswert besitzen und als Teilfaktor am Luxurieren mitwirken. Die Rückkreuzungen der beiden reziproken Hybriden

mit ihren Eltern brachten erwartungsgemäß ein Absinken der Heterosiswirkung.

Für den Cubitalindex konnte durch Anwendung des oben erwähnten Kreuzungsschemas (Abb. 1) bereits im ersten Sommer der Nachweis der polygenen Vererbung erbracht werden. An Stelle

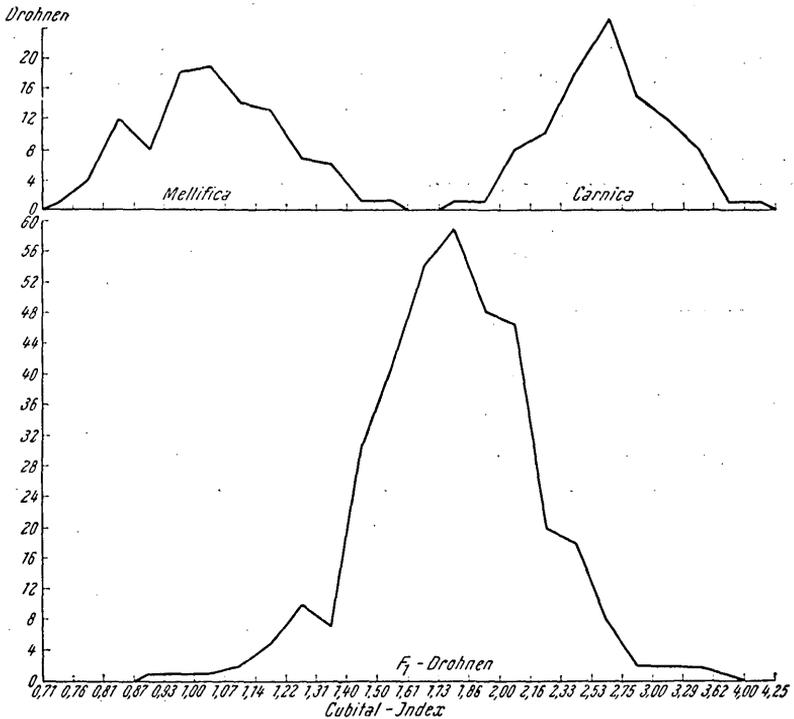


Abb. 4. Variationskurven des Flügelindex der Drohnen der *var. mellifica* (oben links) und der *var. carnica* (oben rechts), sowie der von heterozygoten F₁-Königinnen erzeugten Drohnen (unten). In der P-Generation sind je 100, in der F₁-Generation 360 Drohnen dargestellt.

einer bei mono- oder bifaktorieller Vererbung zu erwartenden Aufspaltung der von F₁-Königinnen parthenogenetisch produzierten Männchen zeigt Abb. 4 eine im wesentlichen einheitliche, annähernd intermediär gelegene Variationskurve mit sehr großer Variationsbreite. Eine statistische Ermittlung der beteiligten Faktorenzahl wird erst bei Vorliegen einer noch größeren Individuenzahl und der Drohnen aus den Rückkreuzungen versucht werden können.

Bei den Arbeiterinnen der F_1 jedoch weichen die Mittelwerte des Cubitalindex deutlich von dem zu erwartenden intermediären Typ ab. Nur Völker mit derselben Mutter sind unter sich weitgehend uniform, die reziproken Kreuzungen aber zeigen Werte, die beträchtlich in Richtung des mütterlichen Phaenotyps verschoben sind. Diese Unterschiede sind durch ihr Ausmaß und durch mehrmalige Wiederholung jeder Kreuzung statistisch absolut gesichert. Auch zeigen Kreuzungen aus dem Jahre 1950 zwischen Linien ganz anderer Provenienz Unterschiede zwischen den reziproken Kreuzungen von genau derselben Größe (Tab. 3).

Tabelle. 3. Unterschiede der Cubitalindex-Mittelwerte zwischen reziproken Kreuzungen.

	Cubitalindex-Mittelwert				Differenz zw. d. reziproken Kreuzungen
	<i>Mellifica</i> (♀)	<i>Carnica</i> (♀)	<i>Mell.</i> × <i>Carn.</i>	<i>Carn.</i> × <i>Mell.</i>	
1950	1,75	2,92	2,03	2,58	0,55
1951	1,50	3,42	2,12	2,67	0,55

Es liegt hier also eine partielle matroklone Vererbung vor. Diese Erscheinung ist offenbar bei der Honigbiene weit verbreitet — sie wurde von Züchtern hinsichtlich bedeutungsvoller wirtschaftlicher Eigenschaften schon mehrfach behauptet („die Kreuzung schlägt nach der Mutter“). Andeutungen davon zeigen sich schon bei der Vererbung der Flügellänge und -breite (Tab. 2). Bei der Filzbindenbreite waren reziproke Kreuzungsunterschiede nur 1950 festzustellen, während sie sich bei der Haarlänge in beiden Versuchsreihen sehr ausgeprägt zeigten (Tab. 4).

Tabelle 4. Unterschiede von Tomentum-Index und Haarlänge zwischen reziproken Kreuzungen.

	Tomentum-Index		Haarlänge	
	1950	1951	1950	1951
<i>Mellifica</i>	1,81	1,70	0,46	0,52
<i>Carnica</i>	2,80	2,90	0,33	0,31
<i>Mell.</i> × <i>Carn.</i>	2,10	2,30	0,45	0,40
<i>Carn.</i> × <i>Mell.</i>	2,60	2,32	0,36	0,35

Zur Erklärung dieser reziproken Kreuzungsunterschiede können zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen werden:

1. Einige Teilfaktoren des dem betreffenden Merkmal zugrunde liegenden polygenen Systems könnten im X-Chromosom gelegen sein. Diese Möglichkeit ist wegen einer kürzlich von cytologischer Seite aufgestellten Theorie der Geschlechtsvererbung bei der Honigbiene (Manning 1949) besonders aktuell. Nach Manning besitzt die Drohne 15 Autosomen + 1 X. Bei der Spermatogenese werde das X-Chromosom ausgestoßen, so daß die Spermien nur 15 Autosomen, aber kein Geschlechtschromosom enthalten. Im X-Chromosom gelegene Faktoren könnten demnach also von Drohnen nicht übertragen werden. In den Zellen der diploiden Königinnen fand Manning 30 Autosomen + 1 X. Durch differenzierte Eireifung entstünden nur Eizellen mit 1 X (+ 15 Autosomen), die sich unbefruchtet zu Männchen und befruchtet zu Weibchen entwickeln.

2. Das Eiplasma ist hinsichtlich des betreffenden Merkmals durch das mütterliche Genom ganz oder teilweise „praedeterminiert“ (Kühn 1927), sodaß sich das väterliche Genom erst in der folgenden Generation manifestieren kann (delayed inheritance). Da derartige Beobachtungen schon wiederholt gerade bei quantitativ variierenden Merkmalen gemacht wurden, ist diese Erklärungs-möglichkeit auch in vorliegendem Falle naheliegend.

Die Entscheidung, ob die auffallenden reziproken Kreuzungsunterschiede bei diesen Rassenmerkmalen der Biene auf chromosomale Ursachen oder auf verzögerte Genmanifestierung zurückzuführen sind, ist nur von einer Fortführung des Experimentes zu erwarten. Handelt es sich um Praedetermination, dann müssen die Rückkreuzungen der beiden reziproken Kreuzungen mit derselben P-Linie uniforme Nachkommen liefern. Bis zum Augenblick liegen nur die Rückkreuzungen der reziproken Hybriden mit der *Carnica*-Linie vor, die annähernd dieser Forderung entsprechen:

(*Mell.* × *Carn.*) × *Carn.*: Cubitalindex $M = 2,64$,

(*Carn.* × *Mell.*) × *Carn.*: Cubitalindex $M = 2,85$.

Die Unterschiede zwischen den reziproken F_1 haben sich also weitgehend — aber nicht vollständig! — ausgeglichen.

Die Rückkreuzung der Hybriden mit der *Mellifica*-Linie liegt bisher nur in einer Form vor:

(*Mell.* × *Carn.*) × *Mell.*: Cupitalindex $M = 2,25$.

Dieses Ergebnis ist zunächst überraschend, da durch diese Kreuzung das Mittel der F_1 ($M = 2,12$) in Richtung zur *Carnica*

verschoben wurde, anstatt, wie erwartet, umgekehrt. Da aber der Phaenotyp der F_1 bei Praedetermination nicht ihrem Genotyp entspricht, ließen sich diese Befunde ebenfalls zwanglos durch verzögerte Genwirkung erklären.

Andererseits scheinen — soweit das vorliegende beschränkte Material Schlüsse zuläßt — die Unterschiede zwischen den Cubitalindex-Mittelwerten der von reziproken F_1 -Königinnen produzierten Drohnen ebenso groß zu sein, wie die zwischen den F_1 -Arbeiterinnen selbst; das würde die Verzögerung der Genwirkung um eine weitere Generation bedeuten. Die Werte für die Haarlänge schließlich sind bei den Rückkreuzungen so wenig einheitlich, daß eine eindeutige Interpretation noch nicht möglich ist.

Man wird also die zweiten Rückkreuzungen und umfangreicheres Drohnenmaterial abwarten müssen, um zu einer Klärung zu gelangen. Die hier verwendeten Merkmale — vor allem der Cubitalindex — scheinen für ein tieferes Eindringen in diese Fragen durchaus geeignet.

Literatur.

- Goetze, G. 1930, Variabilitäts- und Züchtungsstudien an der Honigbiene mit besonderer Berücksichtigung der Langrüßligkeit. Arch. Bienenk. 11, 185—279. — Kühn, A. 1927, Die Pigmentierung von *Habrobracon jugulandis* Ashmead, ihre Praedetermination und ihre Vererbung durch Gene und Plasmon. Ges. Wissensch. Göttingen, math. phys. Kl. pp. 407—421. — Mackensen, O. 1947, Effect of carbon dioxide on initial oviposition of artificially inseminated and virgin queen bees. J. econ. Ent. 40, 344—349. — Manning, F. J. 1949, Sex-determination in the honey bee. The Microscope 7, 175—180. — Mather, K. 1949, Biometrical Genetics. Methuen, London. — Ruttner, F. und O. Mackensen, 1952, The Genetics of the honey bee. Bee World 33, 53—62, 71—79.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Zoologische Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 1954

Band/Volume: [04](#)

Autor(en)/Author(s): Ruttner Friedrich

Artikel/Article: [Über die Vererbung einiger Rassenmerkmale bei der Honigbiene \(*Apis mellifica*\). Vorläufige Mitteilung. 183-190](#)