

**REPRODUKTION UND POPULATIONSENTWICKLUNG  
DER PARASITISCHEN MILBE  
VARROA JACOBSONI OUD.  
IN ABHÄNGIGKEIT VOM BRUTZYKLUS IHRES WIRTES  
APIS MELLIFERA L.**

**(I. TEIL)**

Alfred E. SCHULZ

*Institut für Bienenkunde der Polytechnischen Gesellschaft an der Universität Frankfurt/M.  
Karl v. Frisch-Weg 2  
D - 6370 Oberursel/Ts.*

**ZUSAMMENFASSUNG**

Die Reproduktionsquoten von *Varroa* in Arbeiter- und Drohnenbrut wurden mit durchschnittlich 1,3 fertilen Töchtern in Arbeiter- und 2,6 fertilen Töchtern in Drohnenbrut pro Vermehrungszyklus festgelegt. Die ermittelte Reproduktionsfrequenz ergab, daß 78 % aller Milben einmal, 22 % dagegen zweimal in Eilage gehen. Bei der Präferenz der Drohnen- vor Arbeiterbrut wurde ein Faktor von 8,6 ermittelt. Bei ausreichend vorhandener offener Bienenbrut drangen innerhalb 6 Tagen ca. 44 %, innerhalb 12 Tagen 69 % und binnen 24 Tagen 90 % aller reproduktionsfähigen Jungmilben in die Brutzellen ein. Milben, die bis zum 50. Lebenstag keine Brutzelle aufgesucht haben, scheinen für die Populationsdynamik ohne Belang. *Varroa*-Weibchen die bereits in Reproduktion waren und zu einem weiteren Vermehrungsgang in Zellen eindringen, taten dies nahezu unmittelbar nach Schlupf mit der Jungbiene. Bei variablem Brutzellenangebot konnte die direkte Abhängigkeit der Eindringquote reproduktionswilliger Milben von der Menge der verfügbaren Wirtszellen nachgewiesen werden.

**EINLEITUNG**

Aufgabe dieser Arbeit war es, einen Beitrag zur Erfassung wesentlicher Daten der Vermehrungsbiologie von *Varroa jacobsoni* (Oud., 1904) zu leisten, um ein umfassenderes Bild von der Populationsdynamik des Parasiten im *Apis mellifera*-Volk zu gewinnen.

Es wurden folgende Fragestellungen untersucht :

- 1) Vermehrungsrate von *Varroa* in Arbeiter- und Drohnenbrut.
- 2) Frequenz der Reproduktionszyklen von *Varroa*.
- 3) Zeitpunkt des Eindringens von *Varroa* in ♀-Brut unter kontrollierten Bedingungen.
- 4) Abhängigkeit der Reproduktion des Parasiten vom Brutzyklus des Wirtes unter natürlichen Bedingungen.
- 5) Attraktivität von Arbeiter- und Drohnenbrut für infektionsbereite Milben.

Die Untersuchungen 1-4 wurden an kontrolliert erzeugten Brutserien durchgeführt. Dazu wurden die Versuchsmagazine mittels ♀-Absperrgitter in Brut- und Pflegeraum unterteilt. Den Königinnen wurden zum Bestiften jeweils 3-4 ausgebaute Leerwaben gegeben, die im Zyklus von 6 Tagen gegen neue ausgetauscht wurden. Die bebrüteten Waben wurden zur weiteren Brutpflege bis zum 18. Entwicklungstag (12-18 Tage alte Brut) in die Brutpflegezarge gestellt. Danach kamen die Untersuchungswaben in milbendichten Schlupfkästen in Brut-schränke bei 34 °C und ca. 70 % rel. Luftfeuchte.

Bei Bearbeitung der verschiedenen Fragestellungen kamen unterschiedliche Auswertungsmodi zur Anwendung :

#### 1) *Vermehrungsrate von Varroa in Arbeiter- und Drohnenbrut*

Zur Diagnose wurde die Brut am 21. Tag nach Einstellung in den Brutraum (15-21 Tage alte Brut) durch Tiefkühlung abgetötet, die Zellen einzeln geöffnet und der Varroabefall registriert. Es wurden lediglich Milben und deren Deutonymphen von Puppen mit dunklen Augen (Pd/Pdl) erfaßt, da ausschließlich sie mit der adulten Biene geschlüpft wären. Die Altersbestimmung der Bienenbrut erfolgte nach JAY (1962). Es wurden Erhebungen gemacht an : 155 markierten und 450 unmarkierten *Varroae* in ♀-Brut, sowie an 660 unmarkierten Milben in ♂-Brut.

#### 2) *Frequenz der Reproduktionszyklen von Varroa*

Zur Ermittlung der Reproduktionsfrequenz ließen wir markierte Milben im Brutschrank schlüpfen. 78 Milben wurden ein zweites Mal gekennzeichnet und die « Muttermilben » erneut in die Versuchsvölker gesetzt. Anschließend wurde analog zu 1) verfahren.

#### 3) *Zeitpunkt des Eindringens von Varroa in ♀-Brut unter kontrollierten Bedingungen*

Die Untersuchungen zur Frage mit welcher zeitlichen Verteilung *Varroa*-Milben zur Reproduktion ♀-Brutzellen aufsuchen, wurden mit verschiedenfarbig

markierten Milben durchgeführt. Es wurde davon ausgegangen, daß bei geringer *Varroa*-Befallsdichte ( $< 1\%$ ) alle reproduktionswilligen Milben-Weibchen eine geeignete Brutzelle finden konnten. Zur Rekonstruktion des Eindringtermins wurden die unter kontrollierten Bedingungen erzeugten Brutwaben am 21. Entwicklungstag (15-21 Tage alte Brut) abgetötet und zur Auswertung Zelle für Zelle im Labor untersucht.

Die Altersbestimmung der Bienenpuppen erfolgte nach JAY (1962). Von der Probenentnahme wurde der Eindringtermin der Milbe auf den 8. Entwicklungstag der Bienenpuppe (angenommener Zeitpunkt der Infektion,  $+/- 1$  Tag) zurückberechnet und zum Datum des Eindringens der markierten Milben in das Bienenvolk in Beziehung gesetzt.

Untersucht wurden drei Versuchsgruppen :

- a) junge Milben ( $n = 142$ ) ;
- b) *Varroa*-♀ nach voraufgegangener Eilage ( $n = 43$ ) ;
- c) *Varroae* gemischten Alters ( $n = 298$ ).

#### 4) *Abhängigkeit der Reproduktion des Parasiten vom Brutzyklus des Wirtes unter natürlichen Bedingungen*

Die Abhängigkeit der Reproduktion bei *Varroa* vom Brutzyklus des Bienenvolkes wurde an zwei Versuchsgruppen mit natürlichem Milbenbefall untersucht :

- Gruppe a) 15 Völker im Zeitraum Mai-Juli ;
- Gruppe b) 4 Völker im Zeitraum August-September.

Gruppe a) wurde über 8 Brutserien, Gruppe b) über 4 Brutserien von je 6 Tagen einer fortgesetzten Brutkontrolle unterzogen. Dazu ließen wir die Bienen serienweise in varroadichten Kästen im Brutschrank (s.o.) schlüpfen. Zur Auswertung wurden die Bienen täglich entnommen und, soweit dies zeitlich möglich war, einzeln auf *Varroa*-Befall untersucht. Milbenfreie Bienen wurden den Versuchsvölkern wieder zugesetzt. War dies unmöglich, so wurden die Proben tiefgekühlt und zu einem späteren Zeitpunkt der Milbenbefall durch Auswaschen in Benzin (RITTER und RUTTNER, 1980) ermittelt. Die Bestimmung der jeweiligen Bienenmengen erfolgte durch Zählung oder Wägung.

Zur Endauswertung wurden die Völker abgetötet und nach o.g. Methode ausgewaschen. Der *Varroa*-Ausgangsbefall wurde durch Addition der im Untersuchungszeitraum ermittelten « Muttermilben » (Milbenwerte der einzelnen Brutserien dividiert durch den Faktor  $2,3 = 1$  Mutter +  $\emptyset 1,3$  Töchter) mit der Anzahl « Restmilben » im Volk bei Versuchsende errechnet.

### 5) *Attraktivität von Arbeiter- und Drohnenbrut für infektionsbereite Milben*

Im Monat Mai sollte die Präferenz von ♂ -Brut vor ♀ -Brut an jeweils 13 Stichproben aus Bienenvölkern mit natürlichem *Varroa*-Befall erfaßt werden. Gezählt wurden nur adulte Milben (« Mütter ») auf Bienenpuppen der Entwicklungsstadien Pw (Puppe mit weißen Augen) bis Pd (Puppe mit dunklen Augen).

## MATERIAL UND METHODE

Die Untersuchungen der Fragestellungen 1-3 wurden mit individuell markierten Milben durchgeführt. Darüberhinaus wurden Erhebungen an natürlich infizierter Bienenbrut angestellt (1, 4 und 5).

### *Milben :*

Von im Brutschrank frisch geschlüpften Bienen wurden Milben mit Hilfe eines feinen Pinsels abgefangen. Dabei wurden hellsklerotisierte *Varroae* als Jungmilben klassifiziert. Milben wurden nach vollendeter Eilage aus Brutzellen im Stadium Pd (Puppen mit dunklen Augen) herauspräpariert. Außerdem wurden *Varroa*-Milben von Stockbienen abgesammelt. Die Zugabe der markierten Milben zum Bienenvolk erfolgte über Jungbienen.

### *Markierungsmethode :*

Fluoreszenzpigmente (Simon & Werner, Schwalbach/Ts.) wurden in einen Cyanacrylatkleber (Bostik, Oberursel/Ts.) eingemischt. Mit Hilfe einer Markierungsnadel ( $\varnothing$  0,1 mm) wurde das Farbmedium auf das Dorsalscutellum der unbetäubten Milben appliziert. Es verhielt sich atoxisch, besaß gute Haltbarkeit und erwies sich hinsichtlich der Identifizierbarkeit der markierten Versuchstiere — bei der Kleinheit der Markierungen ( $\varnothing$  0,2 mm) — als vorteilhaft.

In Käfigversuchen zeigten markierte Milben verglichen mit unmarkierten keinen Unterschied in der Lebensdauer. Dennoch deuten die im Versuch beobachteten Ausfälle an, daß die Behandlung gravierende Folgen hatte : Von den insgesamt 1323 markiert eingesetzten Milben wurden 666 (50 %) vermißt ; 1979/1981 starben von den in Bienenzellen eingedrungenen *Varroae* 40 % ; 1982 waren von den eingedrungenen 61 % nicht in Eilage gegangen. Schädigungen der Milben beim Ablesen von den Bienen bzw. beim Zeichenvorgang, sowie Verluste über Flugbienen sind als Ursache anzunehmen. Zur Absicherung der Ergebnisse wurden weitere Untersuchungen an natürlich infizierter Bienenbrut durchgeführt.

### *Bienen und Bienenhaltung :*

Die Untersuchungen wurden an Carnica-Völkern mit jungen Königinnen durchgeführt. Die Völker waren in Freilandflugzelten, sowie freifliegend aufgestellt.

Die Stichprobenauswahl erfolgte zufällig, wobei ausschließlich Völker mit geschlossenem Brutnest (mehr als 500 verdeckelte Zellen) einbezogen wurden.

## ERGEBNISSE

### 1) *Vermehrungsrate von Varroa in Arbeiter- und Drohnenbrut*

Sämtliche Untersuchungsergebnisse sind in *Tab. 1* dargestellt. Durchschnittlich wurden bei markierten *Varroa*-Milben 1,73, bei unmarkierten 1,82 Deuto-

nymphen pro fertilem Weibchen registriert. Für Drohnenbrut wurden 2,69 Deutonymphen ermittelt. Erhebliche Unterschiede zeigten die einzelnen Versuchsgruppen bezüglich des Anteils fertiler Milben : Während 95 % aller in Drohnenbrut eingedrungener Tiere Nachkommen hatten, lag die Quote bei Arbeiterbrut mit unmarkierten Milben lediglich bei 73 %.

TAB. 1. — Vermehrungsraten von *Varroa* in Arbeiter- und Drohnenbrut  
 TABL. 1. — Reproductive rates of *Varroa* on drone brood and worker brood

	Markierte Milben in Arbeiterbrut		<i>Varroae</i> in ♀-Brut (natürlicher Befall)		<i>Varroae</i> in ♂-Brut (natürlicher Befall)	
	Marked <i>Varroae</i> in ♀-brood		<i>Varroae</i> in ♀-brood (natural infection)		<i>Varroae</i> in ♂-brood (natural infection)	
Untersuchte <i>Varroae</i> Examined <i>Varroae</i>	155	100 %	450	100 %	660	100 %
Keine Reproduktion No reproduction	95	61	72	16		
Verspätete Eilage To late in oviposition	8	5	23	5		
Ohne lebensfähige Nachkommen Without viable offspring	103	66	95	21	24	4
Nur ♂ Nachkommen ♂ stages only	7	5	27	6	8	1
Mit ♀ Nachkommen ♀ stages	45	29	328	73	628	95
Deutonymphen pro <i>Varroa</i> Deutonymphs per <i>Varroa</i>						
1	13		98		63	
2	31		191		184	
3	1		39		274	
4	0		0		99	
5	0		0		8	
Durchschnittliche Anzahl Deuton./ <i>Varroa</i> Average number deutonymphs per <i>Varroa</i>	1,73		1,82		2,69	

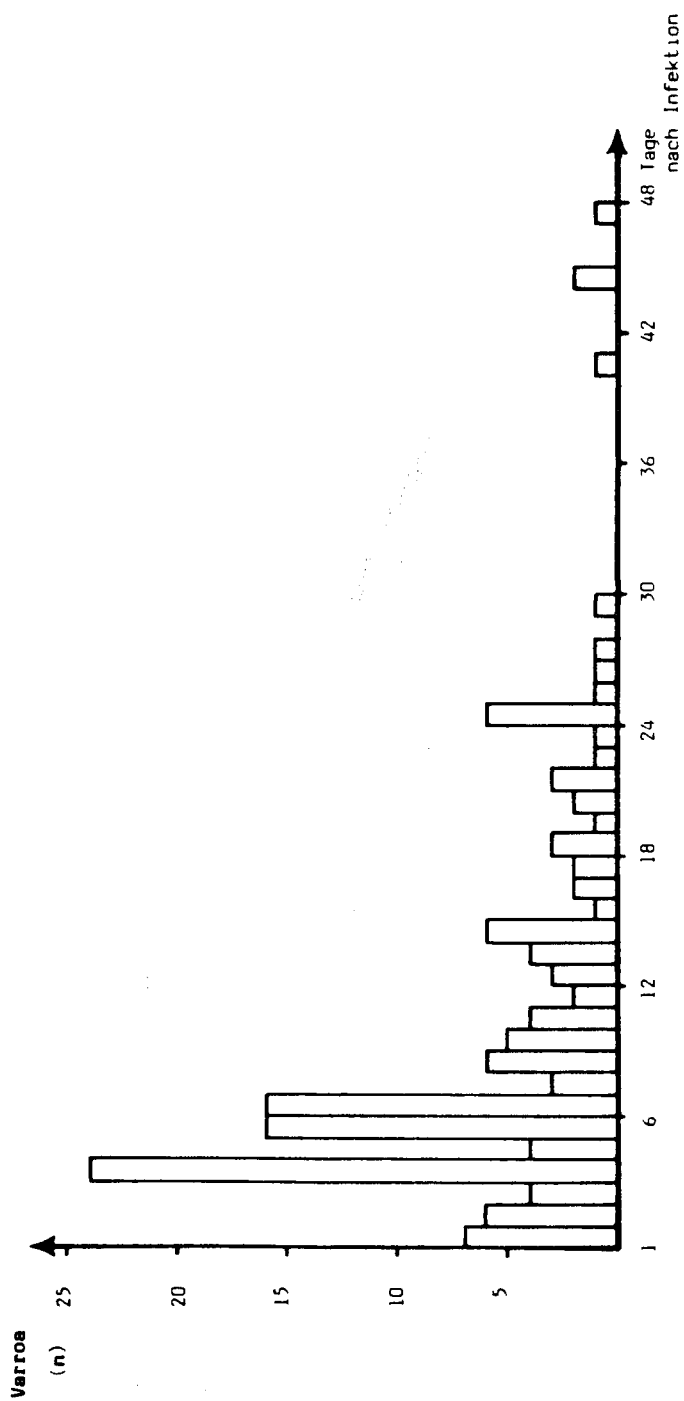


ABB. 1. — Eindringquoten junger Varroa-♀ in Arbeiterbrut in Tagen nach Infektion.

FIG. 1. — Daily infection rate of young female Varroa mites on worker brood.  
x-axis : days after infection.

## 2) Frequenz der Reproduktionszyklen von *Varroa*

Von 78 markierten wiederholt eingesetzten Milben gingen 72 (= 92 %) verloren bzw. starben im Volk. Lediglich 6 (8 %) *Varroae* drangen erneut in Brutzellen ein und nur 2 davon hatten erneut Nachkommen.

## 3) Zeitpunkt des Eindringens von *Varroa* in ♀-Brut unter kontrollierten Bedingungen

Die Befunde der einzelnen Versuchsansätze gehen aus den Abbildungen 1-3 hervor : Abb. 1) gibt die Verteilung von 142 am Schlupftag markierten und in die Versuchsvölker gesetzten *Varroa*-Milben wieder. Gemäß Abb. 2) dringen 43 Milben nach vorausgegangener Reproduktion wiederholt in ♀-Brutzellen ein. Abb. 3) zeigt, im 6-Tage-Rhythmus aufgeteilt, die prozentuale Verteilung einer Gruppe von 298 Milben gemischter Altersstruktur.

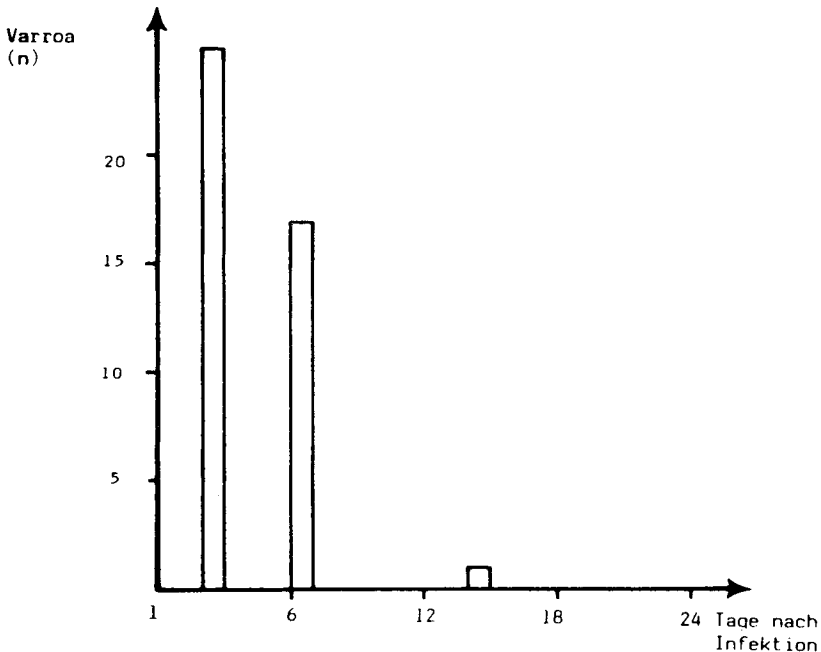


ABB. 2. — Tägliche Eindringquoten von *Varroa*-« Müttern » in Arbeiterbrut zur wiederholten Reproduktion.

FIG 2. — Daily infection rate of female *Varroae* (« mother mites ») on worker brood for repeated reproduction.  
x-axis : days after infection.

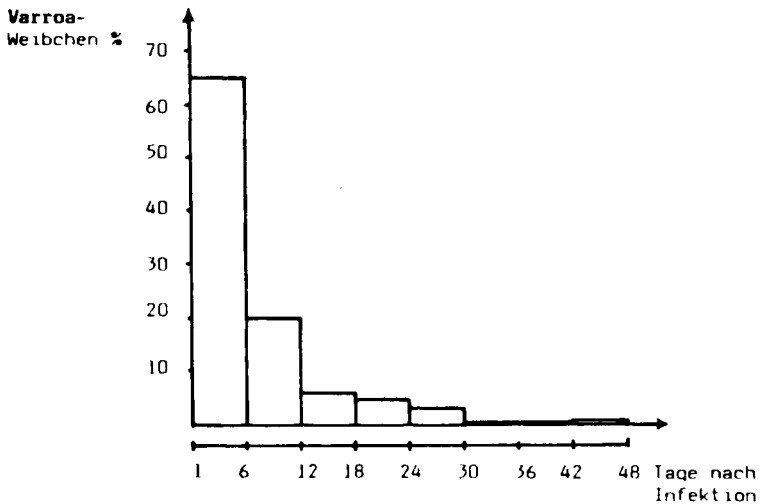


ABB. 3. — Eindringquoten von *Varroa*-Populationen gemischter Altersstruktur.  
Prozentuale Darstellung im 6-Tage Rhythmus.

FIG. 3. — Infection behaviour of mixed aged *Varroa* populations.  
Summarized in 6-day rhythms.

x-axis : days after infection ; y-axis : percent female *Varroa* in brood.

#### 4) Abhängigkeit der Reproduktion des Parasiten vom Brutzyklus des Wirtes unter natürlichen Bedingungen

Die bei Kontrolle von insgesamt 392 557 Bienen ermittelten Milbenwerte sind in *Tab. 2* zusammengestellt. Während der Trachtzeit (Mai-Juli) drangen innerhalb 24 Tage im Mittel 84,9 % ( $s = 10,9$ ;  $n = 15$ ) aller im Versuchszeitraum registrierten *Varroa*-« Mütter » (100 %) in die Brut ein. Die Auswertung der Restmilben ergab, daß durchschnittlich 4,8 % ( $s = 3,8$ ;  $n = 15$ ) Milben innerhalb 48 Tagen keine Brutzellen zur Reproduktion aufsuchen. Im Spätsommer (August-September) drangen innerhalb der beobachteten 24 Tage durchschnittlich 74,9 % ( $s = 2,6$ ;  $n = 4$ ) in Arbeiterbrutzellen ein.

#### 5) Attraktivität von Arbeiter- und Drohnenbrut für infektionsbereite Milben

Bei vergleichenden Stichprobenauszahlungen von 13 Drohnen- und Arbeiterbrutproben wurde im arithmetischen Mittel ein bevorzugter Befall durch *Varroa* für Drohnenbrut vor Arbeiterbrut im Verhältnis 8,6 : 1 ermittelt (*Tab. 3*).



TAB. 2. — *Durch fortgesetzte Kontrolle sämtlicher Jungbienen registrierte Varroamilben (« Muttermilben ») nach 24 und 48 Tagen*TABL. 2. — *Total number of Varroae (mother mites) recorded by examination of all newly emerged bees after 24 and 48 days*

Jahr Year	Volk Colony	Varroae n. 24 Tagen Varroae after 24 days	%	Varroae n. 48 Tagen Varroae after 48 days
Gruppe a) Versuche Mai - Juli Examinations May - July				
1979	1	647	96,4	671
	2	309	96,0	322
	3	269	59,8	450
	4	696	74,0	940
1980	5	1696	93,5	1813
	6	486	82,5	589
	7	1111	91,7	1211
	8	1057	90,2	1172
1981	9	301	81,8	368
	10	49	92,5	53
	11	35	83,3	42
1982	12	403	97,3	414
	13	279	77,0	362
	14	182	87,1	209
	15	66	70,2	94
	n = 15		$\bar{x} = 84,9 \%$ (s = 10,9)	
Gruppe b) Versuche August - September Examinations August - September				
1982	1	1536	74,1	2072
	2	2463	73,9	3336
	3	3859	73,0	5284
	4	2641	78,7	3358
	n = 4		$\bar{x} = 74,9 \%$ (s = 2,6)	

TAB. 3. — *Vergleich des Befalls von ♀- und ♂-Brut im Monat Mai*  
 Der ermittelte Attraktivitätsfaktor für ♂-Brut betrug 8,6 : 1

TAB. 3. — *Preference of drone brood instead of worker brood in month of may*  
 The realized factor of attractivity for drone brood was 8.6 : 1

Volk Colony	Arbeiterbrut Worker brood		Drohnenbrut Drone brood			Drohnenbrut Drone brood <i>Varroae</i> /♂-Zelle <i>Varroae</i> per cell	Arbeiterbrut Worker brood <i>Varroae</i> /♀-Zelle <i>Varroae</i> per cell
	Zellen Cells	<i>Varroae</i>	<i>Varroae</i> /Zelle <i>Varroae</i> per cell	Zellen Cells	<i>Varroae</i>		
1	212	29	0,137	217	372	1,714	12,50 1
4	55	75	1,364	102	302	2,961	2,17 1
5	100	127	1,270	100	341	3,410	2,69 1
6	111	18	0,162	115	272	2,365	14,60 1
10	108	21	0,194	113	279	2,469	12,73 1
11	100	7	0,070	108	142	1,315	18,79 1
13	134	32	0,239	103	211	2,049	8,57 1
15	95	49	0,516	113	146	1,292	2,50 1
16	103	41	0,398	103	312	3,029	7,61 1
18	100	9	0,090	116	46	0,397	4,41 1
19	110	23	0,209	109	194	1,780	8,52 1
64 F	132	10	0,076	104	38	0,365	4,80 1
20 F	100	6	0,060	104	74	0,712	11,87 1
n = 13							$\bar{x}$ = 8,60 (s = 5,2)

## DISKUSSION

1) Vermehrungsrate von *Varroa* in Arbeiter- und Drohnenbrut

Die Angaben der Fachliteratur zur Reproduktion von *Varroa* sind häufig widersprüchlich. Die Aussagen hinsichtlich der pro Weibchen gelegten Eier schwanken zwischen 2 und 5 (SALTSCHENKO, 1972); durchschnittlich 5 Eier werden nach MURAVSKAYA (1983) abgelegt; 7 bis 8 Eier gibt GROBOV (1977) an. Nach KAMBUROV *et al.*, 1975 und MIKITIUK *et al.*, 1976, kann die Eizahl pro Eilage zwischen 1-2, sogar bis 38 Eier variieren. Es wird betont, daß nicht alle Milben die gleiche Anzahl Eier legen (SMIRNOW, 1979). Zudem soll die durchschnittliche Eizahl im Laufe der Brutsaison Schwankungen unterworfen und im Frühling gering sein, um ihr Maximum im Hoch- bzw. Spätsommer zu erreichen (GROBOV, 1977). Diese Arbeiten lassen nicht erkennen, wie die genannten Daten ermittelt wurden, so daß sie unter Vorbehalt zu bewerten sind. Zudem häufen sich Befunde die dafür sprechen, daß die Varroatose auf den diversen Bienenrassen (SCHEREBKIN, 1978), wie unter verschiedenen Klimabedingungen (DE JONG *et al.*, 1983; MAUL *et al.*, 1983), einen unterschiedlichen Verlauf nehmen kann. Somit muß SMIRNOW (1979) beigepflichtet werden, der fordert, daß die Untersuchung der Biologie von *Varroa* und die Umstände der Parasitenentwicklung in Abhängigkeit von der jeweiligen Zone zu erfolgen hat.

Wie Beobachtungen an Zellen mit schlupfreifer Brut zeigen, ist häufig mit einer Anzahl nicht ausdifferenzierter Nachkommen zu rechnen, so daß alleine auf Grund von Eizahlen noch keine Populationsdynamik zu betreiben ist. IFANTIDIS (1981) ermittelte, daß lediglich 58,5 % aller Milben bei Schlupf der Bienen das adulte Stadium erreicht haben. Nach seinen Befunden liegt die durchschnittliche Nachkommenzahl pro Gelege um 1. Bei Versuchen mit markierten *Varroa*-Milben konnte ein Großteil (ca. 50 %) der über Jungbienen eingesetzten Milben nicht mehr registriert werden. Daneben drangen viele markierte *Varroae* in Zellen ein, ohne in Eilage zu gehen, bzw. verendeten dort (Tab. 1). Bei den beobachteten Ausfällen war mit einer verfahrensbedingten Verfälschung der Reproduktionsraten zu rechnen. Zur Absicherung wurden daher zusätzliche Untersuchungen an unmarkierten Milben aus natürlich befallener Arbeiterbrut angeschlossen. Aus zahlreichen Präparationen ist bekannt, daß sich häufig tote Milben ohne Nachkommen in den Zellen finden.

Bei unserem Untersuchungsmaterial war die Entscheidung, ob die Milben bereits vor der Tiefkühlung verendet waren, nicht zu treffen. Beobachtungen an markierten Altmilben zeigten, daß ein Großteil wieder eingedrungener Tiere keine Brutstadien aufwies. Somit läge die Vermutung nahe, daß es sich bei den 16 % Milben, die nicht in Eilage gegangen waren, zumeist um Altmilben handelte. Zu spät in Eilage gegangen waren, wie im Markierungsversuch, 5 % (23) aller Mil-

ben. Ebenso gute Übereinstimmung mit den markierten Milben zeigte der Anteil *Varroa*, der nur männliche Nachkommen hervorbrachte mit 6 % (27 Milben), gegenüber 5 % (7 Tiere) im Markierungsversuch. Der Vergleich zwischen natürlich befallener und mit markierten Milben infizierter Arbeiterbrut in Bezug auf die Anzahl registrierter Deutonymphen ergab jedoch keinen statistisch gesicherten Unterschied ( $\chi^2 = 4,33$ ;  $p = 0,2$ ). Bei Zusammenfassung der Ergebnisse aus beiden Untersuchungsreihen errechneten wir einen Mittelwert von  $\bar{x} = 1,8$  ( $n = 373$ ;  $s = 0,6071$ ) weiblicher Deutonymphen pro fertilem *Varroa*-Weibchen im Stadium Pd/Pd1 (9., 10. Puppentag). Die Beobachtung, daß bei Schlupf varroainfizierter junger Arbeiterinnen häufig immature Milbenstadien registriert werden, legte die Vermutung nahe, daß die Verdeckelungszeit der Arbeiterzelle für die Entwicklung sämtlicher *Varroa*brut zu kurz sei, oder daß die Milben zu spät mit der Eiablage einsetzen. So hätte man annehmen können, daß bei einer um 3 Tage längeren Verdeckelungszeit i.d.R. auch mit einer um ca. 3 Töchter höheren Nachkommensrate aus Drohnenbrut zu rechnen ist. Bei den untersuchten Zellen zeigte sich, daß bei einem Mittelwert von 2,7 Nachkommen pro Mutter mit einer nur um 0,9 höheren Reproduktionsrate gegenüber Arbeiterbrut zu rechnen ist; womit die Verdeckelungsdauer der Drohnenzellen sicher nicht der einzig maßgebliche Faktor ist, der die höhere Anzahl Tochtermilben bedingt. Der bei präparierter Drohnenbrut registrierte Anteil Milben der nicht oder zu spät in Eilage gegangen war, betrug lediglich 4 % (24 Milben). Ausschließlich männliche Nachkommen hatten nur 1 % (8 Milben). 95 % (628 Milben) hatten weibliche Nachkommen. In diesen Zahlen spiegelt sich die hervorragende Bedeutung der Drohnenbrut für die *Varroa*-Vermehrung wieder: Reproduktionsfähige Weibchen drängen zielstrebig in Drohnenzellen, während Arbeiterbrut in relativ hohem Maße nochmals von Altmilben infiziert wird, die nicht mehr in Reproduktion gehen und häufig in den Brutzellen verenden. Die gewonnenen Nachkommenswerte erfassen ausschließlich entwicklungsfähige Deutonymphen (9./10. Puppentag). Da diesen Stadien im Schutze der Zelle kaum mehr etwas zustoßen kann, wurde eine pauschale Schlupfquote von 100 % angenommen.

Bezogen auf die Gesamtpopulation müssen die Vermehrungsquoten allerdings um die jeweils durchschnittlich beobachteten Ausfälle korrigiert werden, die sich bei *Varroa*-Milben in ♀-Brut auf ca. 26-27 %, bei ♂-Brut auf etwa 5 % summieren. Unter diesen Bedingungen beziffert sich die durchschnittliche Reproduktionsrate für einen Vermehrungszyklus pro *Varroa*-Milbe auf:

- 1,3 Töchter in ♀-Brut und
- 2,6 Töchter in ♂-Brut.

Unter Berücksichtigung der Befunde zur Reproduktionsfrequenz (IV. 2) erhöht sich die gesamte Nachkommensquote im Leben einer Durchschnitts-*Varroa* auf:

- 1,6 Töchter in ♀-Brut/bzw.
- 2,9-3,2 Töchter in ♂-Brut.

## 2) Frequenz der Reproduktionszyklen von *Varroa*

Unter Berücksichtigung der verfahrensbedingten Ausfälle in den Versuchen mit markierten Milben, zeigen unsere Ergebnisse gute Übereinstimmung mit den Angaben von KAMBUROV *et al.*, 1975 und MIKITIUK *et al.*, 1976, wonach 78 % aller Milben einmal, 18 % zweimal und 4 % dreimal in Reproduktion gehen. Allerdings sind die Zahlen infolge der immensen Verluste zu niedrig für eine gesicherte Aussage.

## 3) Zeitpunkt des Eindringens von *Varroa* in Arbeiter-Brut

Bei einer von LANGHE *et al.*, 1977, angegebenen Lebensdauer der Sommermilben von 2 Monaten, wäre es möglich, daß die Fertilität der *Varroa*-Weibchen über diesen Zeitraum erhalten bleibt. Danach beginnt das Milbenweibchen im Alter von 5 Tagen mit der Ernährung und Eiablage.

Bei den von uns ermittelten 1,3 Töchtern pro Vermehrungsgang in Arbeiter-Brut und einer durchschnittlichen Entwicklungsdauer von 8-9 Tagen (SALTSCHENKO, 1972), beginnt *Varroa* spätestens am 10.-11. Entwicklungstag der Bienenpuppe mit der Eilage. Die Infektion der Zelle erfolgt etwa am 7. Entwicklungstag. Somit scheint LANGHE *et al.* das frühest mögliche Ereignis zu beschreiben. Nach GROBOV (Zit. SMIRNOW, 1979) geht *Varroa* im Alter von 4-13 Tagen in Eilage.

Informationen, bis zu welchem Lebensalter eine Sommermilbe fertil bleibt, fehlen in der Literatur.

a) Das Alter der am Schlupftag markierten 142 Jungmilben wurde nach Angaben von IFANTIDIS (1981) zum Modus der Eiablage bei *Varroa* auf 2 Tage  $\pm 1$  Tag festgesetzt. In Übereinstimmung mit den Angaben von LANGHE *et al.* (1977) drangen bereits am Tage der Infektion 7 (5 %) Milben in Brutzellen ein (s. Abb. 1). Nach 4 Tagen wurde ein Maximum mit 24 (17 %) Individuen beobachtet. Es folgten zwei weitere Mamixen mit je 16 (11 %) eingedrungenen *Varroae* am 6. und 7. Tag nach Infektion. Bis zu diesem Zeitpunkt waren 55 % aller Jungmilben in die Bienenbrutzellen gegangen. Bis zum 28. Tag wurde weiterhin der kontinuierliche Übertritt der Parasiten auf den Wirt registriert. Danach gingen bis zum 48. Tag nach Infektion noch vereinzelt *Varroae* in die Zellen. Zu einem späteren Zeitpunkt — beobachtet wurden bis 84 Tage nach Einsatz der markierten Versuchstiere — drang keine weitere *Varroa*-Milbe mehr in die Brut. Der verzögerte Übergang der Milben auf die Arbeiterbrut war in den Versuchen in keinem Fall auf zu geringes Brutzellenangebot ( $> 100$  Zellen pro reproduktionsfähige *Varroa*) zurückzuführen. Das ermittelte Durchschnittsalter der Milben bei Erstinfektion einer Bienenpuppe betrug ca. 13 Tage ( $\bar{x} = 12,7$  Tage,  $n = 140$ ,  $s = 9,2$ ). 90 % aller beobachteten Jungmilben drangen innerhalb 24 Tagen in

die Brutzellen ein. Von dieser Gruppe wurde ein Durchschnittsalter bei Befall der Zelle von 10,4 Tagen ( $n = 126$ ,  $s = 5,7$ ) ermittelt. Es zeigte sich, daß Sommermilben maximal bis zum Alter von 50 Tagen mit der Infektion einer Bienepuppe warten können.

b) An einer Vergleichsgruppe sollte das Reproduktionsverhalten nach voraufgegangener Eilage untersucht werden. Von ca. 350 markierten «Muttermilben» wurden 43 wieder in Brutzellen registriert (Abb. 2). Innerhalb 6 Tagen drangen 42 erneut in die Zellen ein, eine weitere *Varroa* folgte am 14. Tag nach Infektion. Nach diesen Befunden scheinen *Varroa*-Weibchen beim zweiten Befall rascher in die Zellen einzudringen als beim ersten.

c) Um die Situation eines von Varroatose betroffenen Bienenvolkes zu simulieren, wurde eine Versuchsgruppe mit gemischter Altersstruktur markiert und hinsichtlich ihres Eindringverhaltens beobachtet (Abb. 3). Auch durch diesen Versuchsansatz wurden die Ergebnisse der voraufgegangenen Testserien bestätigt. Danach drangen innerhalb 6 Tagen ca. 65 % aller Milben in Arbeiterbrut ein. Nach 12 Tagen konnten bereits nahezu 85 % und nach 24 Tagen 95 % aller Milben in den Zellen registriert werden.

#### 4) *Abhängigkeit der Reproduktion des Parasiten vom Brutzyklus des Wirtes unter natürlichen Bedingungen*

Da das Untersuchungsmaterial aus Wirtschaftsvölkern mit natürlicher *Varroa*-Infektion bestand, wiesen die Völker die im Taunusgebiet beobachteten Streuungen auf. Die insgesamt rel. niedrigen Milbenzahlen in den Versuchen zur Trachtzeit 1981 und 1982 sind im Zusammenhang mit den voraufgegangenen Akarizidbehandlungen zu sehen (Winter 1980/1981 K-79-Feldversuch; Spätherbst 1981 Folbex VA-Neu).

Bei der angewandten Versuchsanordnung konnten im Verlauf von 21 Tagen nach Beginn der kontrollierten Bruterzeugung noch Jungbienen mit *Varroa*-Befall in den Völkern schlüpfen. Diese Milben waren bei Versuchsende zwischen 28 und 50 Tage alt und somit noch reproduktionsfähig. Nach unseren Befunden mit markierten Jungmilben wären allerdings bei Testende bereits mehr als 90 % dieser *Varroae* in Brutzellen eingedrungen. Innerhalb 24 Tagen wurden ca. 85 % aller in Brutzellen eingedrungener Milben registriert, was die Befunde der Markierungsversuche bestätigt.

Trotz unregelmäßiger Brutaktivitäten konnten innerhalb 48 Tagen von 15 Völkern, über die fortgesetzte Kontrolle sämtlicher Jungbienen, bei 2 Völkern 100 %, bei den übrigen zwischen 99,4 % und 88,3 % der Milben registriert werden. Im arithmetischen Mittel drangen ca. 95 % aller *Varroae* im Versuchs-

zeitraum Mai-Juli in die Arbeiterbrut ein, während ca. 5 % über die Auswertung der Restbienen ermittelt wurde. Bei den Versuchen im August-September (1982) wurden aus Gründen der saisonbedingt nachlassenden Brutaktivitäten der Völker lediglich 4 Kontrollserien untersucht. Unter der Annahme- in Analogie o.g. Befunde-, daß von der Gesamtmilbenpopulation 95 % in Brutzellen eindringen, wurde aus den Brutkontrolldaten der Anteil « Muttermilben » hochgerechnet und die Quote der innerhalb 24 Tagen in Brutzellen registrierten Tiere bestimmt. Wir errechneten, daß im Spätsommer lediglich 75 % Milben gegenüber 85 % im Hochsommer in die Brut eindringen. Damit konnte gegenüber der Haupttrachtzeit ein verzögertes Reproduktionsverhalten von *Varroa* nachgewiesen werden. Im weiteren wurden die ermittelten Milbenquoten auf ihre Abhängigkeit vom jeweiligen Brutzellenangebot analysiert. Aus Daten von 15 Völkern (Versuche Mai-Juli, 1979-1982) wurde über die Methode der « Kleinsten quadratischen Abweichung » (minimum least square) für einen Zeitraum von je 6 Tagen der durchschnittlich zu erwartende Anteil reproduktionswilliger *Varroa*-Weibchen bestimmt. Danach würden innerhalb 6 Tagen maximal 57 % ( $s = 35,6353$ ) einer natürlichen Milbenpopulation die Bienenbrut infizieren. Die für die Versuchsvölker berechneten theoretischen Erwartungswerte (SOLL) wurden mit den Versuchsdaten (IST) verglichen und zum ermittelten Brutzellenangebot in Beziehung gesetzt (BIENEN/SOLL).

Abb. 4 gibt die Befunde graphisch wieder. Der Kurvenlauf der Funktion [ $y = a + b \ln(x)$ ] wird bestimmt durch die Regressionskoeffizienten  $a = 0,43$  und  $b = 0,09$ . Die logarithmische Kurvenanpassung ergab mit einem Korrelationskoeffizienten von  $r^2 = 0,43$  ( $p = 0,01$ ) eine signifikant bessere Näherung als die lineare Regressionsgerade.

##### 5) Attraktivität von Arbeiter- und Drohnenbrut für infektionsbereite Milben

Die Befunde der Stichprobenerhebungen im Monat Mai (Tab. 3) beweisen die deutliche Bevorzugung der Drohnenbrut vor Arbeiterbrut. Bei den größtenteils stark befallenen Völkern zeigten sich allerdings extreme Schwankungen die noch eine endgültige Bewertung erschweren. Der errechnete Attraktivitätsfaktor von 8,6 : 1 für Drohnenbrut befindet sich in guter Übereinstimmung mit *SULIMANOVIC et al.* (1982), die ein Verhältnis von 7,2 : 1 mitteilen.

*Eingegangen im September 1984.*

*Angenommen im Dezember 1984.*

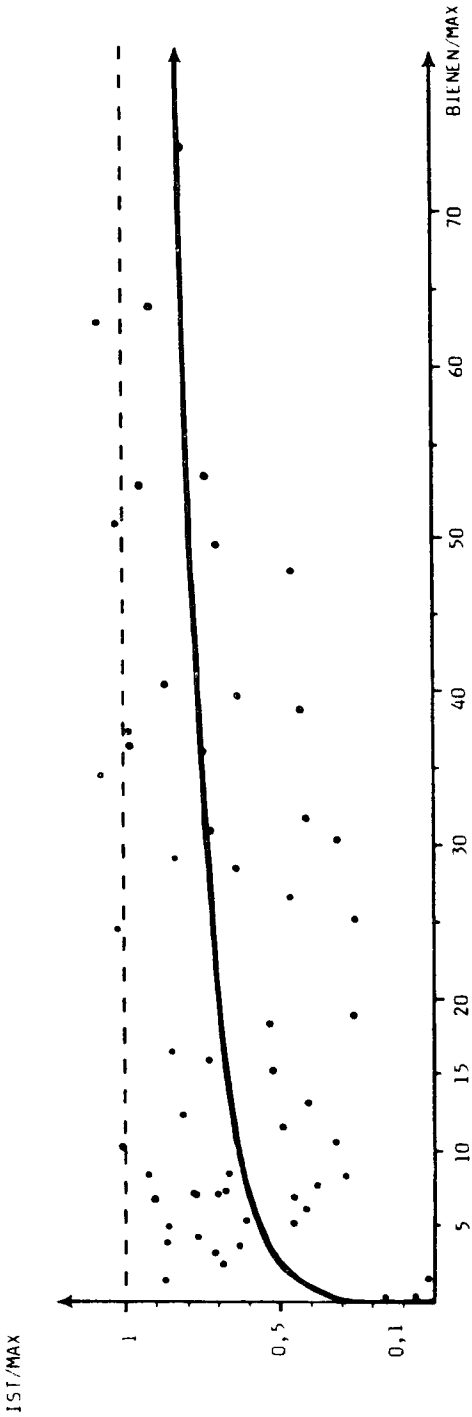


Abb. 4. — Abhängigkeit der Eindringquote vom Brutzellenangebot  
 ( $y = a + b \ln(x)$ ;  $a = 0,43$ ;  $b = 0,09$ ;  $r^2 = 0,42$ ;  $n = 57$ ).

Ordinate : Beobachteter Anteil eingedrungener Milben (IST) zu hochgerechnetem Anteil erwarteter Milben (MAX).

Abszisse : Anzahl geeigneter Bienenpuppen (BIENEN) zu hochgerechnetem Anteil erwarteter Milben (MAX).

Fig. 4. — Dependence of infection rate on available brood cells.

Y-axis : Registered rate of *Varroa* mites (IST) contra computed *Varroa* rate expected on bee-brood (MAX).

X-axis : Number of pupae fit for infection (BIENEN) contra computed *Varroa* rate expected on bee-brood (MAX).



## DANKSAGUNG

Danken möchte ich all jenen, die zum Gelingen der Untersuchungen beigetragen haben.

Namentlich : Herrn Prof. Dr. N. KOENIGER für die Vergabe des Themas und die Betreuung der Arbeit ; besonders Herrn Prof. Dr. F. RUTTNER für seine vielfältige Unterstützung ; sowie Herrn Dr. R. MORITZ für seine Hilfe bei den Computerauswertungen. Zu Dank verpflichtet bin ich der DFG für die finanzielle Förderung der Arbeit.

## RÉSUMÉ

REPRODUCTION ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE L'ACARIEN  
PARASITE *VARROA JACOBSONI* OUD. EN RELATION AVEC LE CYCLE  
DE SON HÔTE, *APIS MELLIFICA* L.

(1<sup>re</sup> PARTIE)

On a démarré cette recherche afin d'obtenir des données sur le comportement de reproduction de *Varroa*. On a étudié a) du couvain d'ouvrières et de mâles infesté naturellement, b) du couvain d'ouvrières infesté avec des acariens marqués individuellement, pour éclaircir les points suivants : tous les combien *Varroa* se reproduit-il ? à quel âge les acariens commencent-ils à se reproduire ? quel est le taux de multiplication de *Varroa* ?

Pour le marquage, nous avons utilisé une colle au cyanacrylate mélangé à un pigment fluorescent. Le mélange a été appliqué à l'aide d'une aiguille spéciale ( $\varnothing$  : 0,2 mm) sur le scutellum dorsal d'acariens non anesthésiés. Pour reconstituer les dates d'infestation, on a produit des séries de couvain : la reine a été maintenue sur 3 cadres à couvain vides placés entre des cadres de provisions. Tous les 6 jours nous ôtions les cadres contenant le couvain et en remettons des vides. Le couvain était placé dans une hausse de la ruche jusqu'au 18<sup>e</sup> jour. Il était alors enlevé et placé en étuve (34 °C, 70 % d'humidité). On a déterminé l'infestation par *Varroa* en contrôlant toutes les abeilles fraîchement écloses ou en ouvrant les cellules de couvain avant l'éclosion.

Nous avons déterminé une moyenne de 1,73 deutonymphes femelles par *Varroa* fertile dans les séries avec les acariens marqués et de 1,82 chez le couvain infesté naturellement (moyenne globale : 1,8) (Tabl. 1). Avec le couvain de mâles on a obtenu en moyenne 2,7 deutonymphes femelles par *Varroa*. En conditions naturelles, nous avons trouvé 73% d'acariens fertiles dans le couvain d'ouvrières, mais 95 % dans le couvain de mâles. On a pu démontrer qu'environ 78 % des acariens se reproduisaient une fois et 22 % deux fois. Sur la population totale de *Varroa*, le taux de reproduction global est de 1,6 descendants femelles (adultes) sur couvain d'ouvrières et de 2,9-3,2 sur le couvain de mâles. Les acariens *Varroa* préfèrent le couvain d'ouvrières par rapport au couvain de mâles dans la proportion de 8,6 : 1 au mois de mai (Tabl. 2). Les taux journaliers d'infestation ont été analysés dans les conditions optimales d'élevage (infestation < 1 %) (Figs 1, 2 et 3). Les acariens qui s'étaient déjà reproduits détectaient plus rapidement les cellules hôtes que les jeunes acariens (Figs 1, 2). En été les acariens peuvent rester fertiles pendant 50 jours, 95 % de la population totale d'acariens (tous âges confondus) ont pénétré les cellules du couvain en 24 jours. Une expérience semblable a été menée sur des colonies exploitées en conditions naturelles ayant des quantités de couvain variables (Tabl. 3 et 4). Les résultats concordent avec ceux trouvés au laboratoire. La méthode du carré minimum a montré que 57 % de la population de *Varroa* essayaient d'infester les nymphes d'abeille dans les 6 jours. Cette proportion dépend de la quantité de couvain disponible (Fig. 4).

## SUMMARY

REPRODUCTION AND POPULATION DYNAMICS OF THE PARASITIC MITE  
*VARROA JACOBSONI* OUD. AND ITS DEPENDENCE ON THE BROOD CYCLE  
 OF ITS HOST *APIS MELLIFERA* L.

This investigation was started to obtain data on the reproductive behaviour of *Varroa*. We examined : a) naturally infested worker and drone brood and b) worker brood infested with individually marked mites. Then we asked a) how often is *Varroa* reproductive, b) how old are the mites when they start reproduction, c) what is the multiplication rate of *Varroa*.

For marking we used a mixture of cyanacrylate and a fluorescent pigment. We applied this on the dorsal scutellum of the unnarcotized mite with the help of a special needle (Minutie, 0.2 mm). To establish the infection dates, we produced series of bee brood : the queen was restricted to three empty brood-combs between food-combs. In 6-day cycles we took off the frames containing the brood and added new empty ones. The brood was set into the honey compartment of the colony until the 18th day. Then it was taken off and set into an incubator (34 °C, 70 % humidity). For determining *Varroa* infestation we controlled all freshly emerged bees or opened the brood cells before emergence.

We counted an average of 1.73 female deutonymphs per fertile *Varroa* in the series with marked mites and an average of 1.82 in naturally infested worker brood (Total average = 1.8) (Tabl. 1). In drone brood we counted and average of 2.7 female offspring (deutonymphs) per *Varroa*. Under natural conditions we found 73 % fertile mites in worker brood, but 95 % fertile *Varroa* in drone brood. 78 % reproduced only once and 22 % twice. For the whole *Varroa* population we found a total reproductive rate on worker brood of about 1.6 adult daughters and on drone brood 2.9-3.2.

*Varroa* mites prefer drone brood instead of worker brood by 8.6 : 1 in the month of May (Tabl. 2). The daily infection rates were observed under optimal breeding conditions (infestation *Varroa* : bees was 1 : 100) (Fig. 1, 2, 3). Mites of a parental generation entered brood cells more quickly than young mites for the first reproductive cycle (Fig. 1, 2). Mites in summer remain fertile for 50 days. 95 % of the whole *Varroa* population occurred in brood cells during 24 days.

A similar experiment was started with common bee colonies under natural conditions and various breeding situations (Tabl. 3, 4). The results are in good accordance with those found in laboratory. Using the least-squares method, we found 57 % of the *Varroa* population try to infest the bee pupae within 6 days. This depends on the supply of suitable brood cells (Fig. 4).

## LITERATUR

- DE JONG D., MORSE R.A., GONÇALVES L.S., 1983. — Regional differences in the virulence of *Varroa jacobsoni* (abstract). Third int. Symp. on Invertebrate Reproduction, Tübingen.
- GROBOV O.F., 1977. — Varroasis in bees. In : *Varroasis, a honeybee disease*. Bukarest, Apimondia Publ. House, 46-70.
- IFANTIDIS M.D., 1981. — Versuche zur kontrollierten Aufzucht von *Varroa* Milben. In : *Diagnose und Therapie der Varroatose*. Bukarest, Apimondia Verlag, 32-38.
- JAY S.C., 1962. — Colour changes in honeybee pupae. *Bee World*, **43**, 119-122.
- KAMBUROV G. *et al.*, 1975. — Zit. nach GROBOV O. (1977), a.a. O.
- KOENIGER N., SCHULZ A., 1980. — Versuche zur biologischen Therapie der Varroatose durch eine Kontrolle der frisch geschlüpften Bienen. *Apidologie*, **11** (2), 105-112.

- LANGHE A.B., NATZKII K.V., NATZKII V.M., 1977. — The mite *Varroa* and the methods of controlling it. In : *Varroasis, a honeybee disease*. Bucharest, Apimondia Publ. House,
- MAUL V., KLEPSCH A., WACHENDÖRFER G., 1983. — Befallstärke der Varroatose in Hessen im Herbst 1982. *Die Biene*, (5), 197-199.
- MIKITIUK V.V. *et al.*, 1976. — Zit. nach GROBOV O. (1977), a.a. O.
- MURAVSKAYA A.J., 1982. — Assessment of the reproductive capacity of female *Varroa jacobsoni* (in Russian). *Veterinariya*, Moscow (2), 49-54 [AA, 1983, 34 (1)].
- RITTER W., RUTTNER F., 1980. — Diagnoseverfahren. *Allg. dtsh. Imkerztg.*, (5), 134-138.
- SALTSCHENKO V.L., 1966-1972. — Zit. nach GROBOV O. (1977), a.a. O.
- SMIRNOW A.M., 1979. — Aktuelle Ergebnisse der sowjetischen Wissenschaft über Ätiologie, Pathogenie, Epizootologie, Diagnose und Bekämpfung der Varroatose. In : *Bekämpfung und Vorbeugung der Varroatose*. Bukarest, Apimondia-Verlag, 60-74.
- SMIRNOW O., 1979. — Über die Morphologie und Histologie der Milbe *Varroa jacobsoni*. In : *Bekämpfung und Vorbeugung der Varroatose*. Bukarest, Apimondia-Verlag, 36-40.
- SULIMANOVIC D., RUTTNER F., PECHHACKER H., 1982. — Studies on the biology of reproduction in *Varroa jacobsoni* (in Japanese). *Honeybee Sci.*, 3 (3), 109-112.
- SCHEREBKIN, 1978. — Zit. nach SMIRNOW O. (1978), 67 a.a. O.