

Aus dem Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften  
(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Reinhold Jahn)

der Naturwissenschaftlichen Fakultät III  
(Dekan: Prof. Dr. Peter Wycisk)

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

**Einfluss der Brutentnahme bei der Honigbiene  
*Apis mellifera*  
auf die Leistung der Völker und ihre Parasitierung mit  
*Varroa destructor***

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades  
doctor agriculturarum (Dr. agr.)

vorgelegt von  
Diplomagrarpädagoge Jens Radtke  
geb. am 10.10.1965 in Ludwigslust

Gutachter: Prof. Dr. Eberhard von Borell  
Prof. Dr. Hans Hinrich Kaatz  
Prof. Dr. Burkhard Schricker

Verteidigung am: 19.04.2010

Halle/Saale 2010



# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Problemstellung</b>	<b>1</b>
<b>1. Literaturübersicht</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Parasit-Wirt-Beziehung: <i>Varroa destructor</i> – <i>Apis mellifera</i></b>	<b>2</b>
1.1.1. <i>Varroa destructor</i> : Taxonomie, Anatomie und geographische Verbreitung	2
1.1.2. Parasitierungsverhalten von <i>Varroa destructor</i> auf <i>Apis mellifera</i>	3
1.1.3. Schädigung der Bienen und des Bienenvolkes durch <i>Varroa destructor</i>	6
1.1.4. <i>Varroa destructor</i> als Krankheitsüberträger	8
1.1.5. Anpassung zwischen <i>Apis cerana</i> und <i>Varroa spec.</i>	10
<b>1.2. Direkte Verfahren zur Bekämpfung von <i>Varroa destructor</i> und ihre Probleme</b>	<b>11</b>
1.2.1. Bekämpfungsstrategien	11
1.2.2. Einsatz fettlöslicher Medikamente	12
1.2.3. Einsatz organischer Säuren	14
1.2.4. Einsatz pflanzlicher Drogen	20
1.2.5. Einsatz physikalischer Methoden	21
1.2.6. Einsatz biologischer Methoden	22
<b>1.3. Indirekte Verfahren zur Bekämpfung von <i>Varroa destructor</i> u. ihre Probleme</b>	<b>23</b>
1.3.0. Überblick	23
1.3.1. Biotechnische Verfahren / Management der Bienenvölker (Betriebsweise)	23
1.3.2. Änderung von Form, Größe und Position der Brutzellen	28
1.3.3. Beutenkonstruktion	31
1.3.4. Standortwahl	31
1.3.5. Resistenzzucht	33
<b>2. Material und Methoden</b>	<b>38</b>
<b>2.1. Grundlegende methodische Überlegungen</b>	<b>38</b>
2.1.0. Überblick	38
2.1.1. Versuchstiere: Bienenvölker	39
2.1.2. Unterbringung der Versuchstiere	39
2.1.3. Nahrungsangebot für die Versuchstiere (Tracht)	39
2.1.4. Management der Bienenvölker	40
2.1.5. Gruppenbildung	41
2.1.6. Zahl der Bienenvölker pro Vergleichsgruppe	41
2.1.7. Versuchsdurchführung	43
2.1.8. Reduktion des Milbeneintrags aufgrund von Verflug	43
2.1.9. Messgrößen	45
<b>2.2. Versuchsbedingungen und Management der Bienenvölker (Betriebsweise)</b>	<b>47</b>
2.2.0. Überblick	47
2.2.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut	48
2.2.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	52
2.2.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker	54
2.2.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung	

eines <u>teilsanierten</u> Ablegers	57
2.2.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers	60
<b>2.3. Datenerfassung</b>	<b>65</b>
2.3.1. Volks- und Bestandsentwicklung	65
2.3.2. Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen	67
2.3.3. Milbenfall nach Ameisensäurebehandlung	71
2.3.4. Nettogewichtszunahme	72
2.3.5. Honigertrag	73
2.3.6. Entwicklung des Schwarmtriebes	73
2.3.7. Arbeitszeitaufwand	74
<b>2.4. Datenanalyse</b>	<b>74</b>
2.4.0. Überblick	74
2.4.1. Volks- und Bestandsentwicklung	76
2.4.2. Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen	77
2.4.3. Milbenfall nach Ameisensäurebehandlung	77
2.4.4. Nettogewichtszunahme	78
2.4.5. Honigertrag	78
2.4.6. Entwicklung des Schwarmtriebes	78
2.4.7. Arbeitszeitaufwand	79
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>80</b>
<b>3.1. Volks- und Bestandsentwicklung</b>	<b>80</b>
3.1.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut	80
3.1.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	92
3.1.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker	96
3.1.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines <u>teilsanierten</u> Ablegers	99
3.1.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers	103
<b>3.2. Entwicklung des <i>Varroa</i>-Befalls der Bienen</b>	<b>110</b>
3.2.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut	110
3.2.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	115
3.2.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker	117
3.2.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines <u>teilsanierten</u> Ablegers	118
3.2.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers	120
<b>3.3. <i>Varroa</i>-Milbenfall nach Ameisensäurebehandlung</b>	<b>123</b>
3.3.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut	123
3.3.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	126
3.3.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker	127
3.3.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung	

eines <u>teilsanierten</u> Ablegers	129
3.3.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers	130
<b>3.4. Nettogewichtszunahme</b>	<b>134</b>
3.4.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut	134
3.4.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	138
3.4.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker	139
3.4.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines <u>teilsanierten</u> Ablegers	140
3.4.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers	142
<b>3.5. Honigertrag</b>	<b>145</b>
3.5.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut	145
3.5.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	150
3.5.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker	152
3.5.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines <u>teilsanierten</u> Ablegers	154
3.5.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers	156
<b>3.6. Entwicklung des Schwarmtriebes</b>	<b>162</b>
3.6.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut	162
3.6.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	165
3.6.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker	166
3.6.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines <u>teilsanierten</u> Ablegers	167
3.6.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers	168
<b>3.7. Arbeitszeitaufwand</b>	<b>170</b>
3.7.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut	170
3.7.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	170
3.7.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker	171
3.7.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines <u>teilsanierten</u> Ablegers	172
3.7.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers	174
<b>4. Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>178</b>
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>193</b>
<b>Summary</b>	<b>196</b>
<b>6. Literaturverzeichnis</b>	<b>199</b>

<b>7. Anhang</b>	<b>230</b>
7.1. Einmalige vollständige Entnahme der verdeckelten Brut – Erläuterungen, Tabellen und Abbildungen zu den Versuchsjahren 3 und 4	230
7.2. Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen	234
<b>Publizierte Ergebnisse</b>	<b>237</b>
<b>Lebenslauf</b>	<b>238</b>
<b>Danksagung</b>	<b>239</b>

## Problemstellung

Die Milbe *Varroa destructor* ANDERSON & TRUEMAN, ursprünglich gemeinsam mit weiteren Arten der *Varroa jacobsoni* OUDEMANS zugeordnet, ist ein natürlicher Ekto-Parasit der Asiatischen Honigbiene *Apis cerana* FABRICIUS. Erst infolge der Globalisierung menschlicher Aktivitäten gelang es der Milbe, auf die Europäische Honigbiene *Apis mellifera* LINNAEUS zu wechseln und Mitte des 20. Jahrhunderts ihren weltweiten Siegeszug anzutreten. Seit sie 1977 erstmals in Deutschland entdeckt wurde, breitete sie sich auch hier trotz Gegenmaßnahmen so rasant aus, dass sie bereits Anfang der 80er Jahre deutschlandweit zu finden war. Vom Imker zunächst unbemerkt wurde sie von Bienenstand zu Bienenstand und von Volk zu Volk insbesondere durch das Verstellen von Bienenvölkern, den Schwarmvorgang sowie Verflug und Räuberei zwischen den Völkern verbreitet. Mit speziell entwickelten Medikamenten war und ist bis heute keine 100 %ige Tilgung der Milben aus den Völkern möglich. Behandlungserfolge sind daher nur von kurzer Dauer, zumal sich die Milbenzahl infolge Reproduktion innerhalb von zwei bis drei Wochen verdoppeln kann. Die Parasiten saugen sowohl auf den Adulten als auch an den Puppen die Hämolymphe und übertragen dabei Krankheitserreger. Beides führt zu einer Schwächung bzw. Erkrankung der einzelnen Bienen und letztlich zum Tod des ganzen Volkes. Auf diese Weise gehen nach wie vor jährlich tausende Bienenvölker zugrunde.

Die Fortpflanzung erfolgt in den verdeckelten Brutzellen der Bienenvölker, wo die Milben vor dem Einsatz von Medikamenten gut geschützt sind. Erschwerend kommt bei der medikamentösen Behandlung hinzu, dass sowohl Wirt als auch Parasit zum Stamm der Gliederfüßer (Arthropoda) gehören und somit deutlich engere verwandschaftliche Beziehungen aufweisen als dies in anderen Tierhaltungsbereichen der Fall ist. Desweiteren können Medikamente Spuren von Rückständen in den Bienenprodukten hinterlassen, die ihrem Image schaden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein für die Imkerschaft empfehlenswertes Verfahren zur Integrierten *Varroa*-Bekämpfung zu entwickeln und zu prüfen, das gekennzeichnet ist durch:

- wirkungsvolle *Varroa*-Sanierung der Bienenvölker,
- Ausschluss von Varroazid-Rückständen in den Bienenprodukten,
- Ausschluss von Medikamenten-Resistenzen der *Varroa*-Milben,
- Erhaltung der Leistungsfähigkeit der Bienenvölker,
- einfache Handhabung bei nur geringem Arbeitsaufwand.

# 1. Literaturübersicht

## 1.1. Parasit-Wirt-Beziehung: *Varroa destructor* – *Apis mellifera*

### 1.1.1. *Varroa destructor*: Taxonomie, Anatomie und geographische Verbreitung

Die Milbe *Varroa destructor* ANDERSON & TRUEMAN (alte Bezeichnung: *Varroa jacobsoni* OUDEMANS) ist ein Ektoparasit der erwachsenen Bienen und ihrer Brut, der ursprünglich nur bei der Asiatischen Honigbiene (*Apis cerana* FABRICIUS) zu finden war. Obwohl diese Bienenmilbe bereits 1904 von E. JACOBSON auf der indonesischen Insel Java entdeckt sowie von A.C. OUDEMANS beschrieben und klassifiziert worden war, blieb sie bis 1960 weitgehend unbeachtet (MARIN 1979). In dieser Zeitspanne fand jedoch die Übertragung der Milbe von *A. cerana* auf *A. mellifera* statt, auf der sie sich nahezu weltweit verbreiten konnte (MARIN 1979, RUTTNER 2003). Nach ENGELS (1988) wurde der beschriebene Wirtswechsel durch Transporte von Bienenvölkern der Europäischen Honigbiene (*Apis mellifera* LINNAEUS) in das ursprüngliche Verbreitungsgebiet von *Varroa destructor* im Rahmen der Entwicklungshilfe und des weltweiten Bienenhandels ausgelöst. Nachdem die *Varroa*-Milbe 1964 in Iman, einer sowjetischen Stadt im Gebiet Primorije nahe der Grenze zu China festgestellt worden war, begannen in der damaligen Union der sozialistischen Sowjetrepubliken (UdSSR) Forschungsarbeiten zur Bekämpfung der Varroose (SMIRNOW 1979). Im Februar 1977 wurde der vermutlich einige Jahre zuvor mit *Apis cerana*-Völkern eingeschleppte Parasit auch in Deutschland entdeckt, wenn man auch lange davon ausging, dass es sich hierbei um die von OUDEMANS im Jahre 1904 erstmals beschriebene Milbe *Varroa jacobsoni* handelte (DREHER 1977, RUTTNER 1977, RITTER 1979, RUTTNER und RITTER 1980, RITTER und RUTTNER 1981). Noch 1999 stellen GUZMAN und RINDERER (1999) dar, dass von den bis dahin drei bekannten Arten der Gattung *Varroa* (*V. jacobsoni* OUDEMANS, *V. underwoodi* DELFINADO-BAKER und AGGERWAL sowie *V. rindereri* GUZMAN und DELFINADO-BAKER) erstere nahezu weltweit verbreitet sei und erhebliche wirtschaftliche Schäden verursache. Erst ANDERSON und TRUEMAN (2000) wiesen mit mikroskopischen und molekularbiologischen Methoden nach, dass es sich bei der am weitesten verbreiteten und größten Bienen-Milbe nicht um einen Genotyp von *Varroa jacobsoni* handelt, sondern um eine eigene Art, *Varroa destructor*. Diese hat nach ANDERSON (2000) ihren Ursprung im Raum Korea, Japan und Thailand. Während der nach seinem Ursprung als Japan/Thailand bezeichnete Haplotyp inzwischen auch in Amerika zu finden ist, konnte sich der Korea-Typ weltweit ausbreiten. Das Verbreitungsgebiet von *V. jacobsoni* beschränkt sich dagegen im wesentlichen auf die südostasiatischen Inselgruppen Indonesien (Java, Sulawesi, Timor, Irian Jaya) und Papua Neu Guinea. Als Größe geben ANDERSON und TRUEMAN (2000) für die querovalen, braunen Weibchen von *V. destructor* eine Länge von 1,1673 mm und eine Breite von 1,7089 mm an.

Die Weibchen von *V. jacobsoni* sind ca. 0,1 mm kürzer und 0,2 mm schmaler. Das Lebendgewicht beträgt nach SMIRNOV (1979) ca. 0,3 mg.

Auslöser der Untersuchungen zur Differenzierung der *Varroa*-Milben war eine Aufsehen erregende Feststellung: Entgegen allen Erwartungen erwiesen sich *Varroa*-Weibchen von der Insel Java, wo der Parasit 1904 entdeckt wurde, nicht nur wie bislang bekannt in der Arbeiterinnenbrut von *Apis cerana* als infertil, sondern auch bei *Apis mellifera* (ANDERSON 1994, 2000). Entsprechende Hinweise gaben auch BOOT et al. (1996), ohne die weitreichenden Konsequenzen für eine mögliche Differenzierung in verschiedene Arten zu erkennen. Dieses Reproduktionsverhalten änderte sich jedoch auf unerklärliche Weise (ANDERSON und SUKARSIH 1996). Zudem hatte JONG (1988) kritisch angemerkt, dass sich *Varroa*-Milben zumindest in Südkorea entgegen vorhergehenden Verallgemeinerungen in Arbeiterinnenbrut von *A. cerana* vermehren.

Das Phänomen der Infertilität von *V. jacobsoni* in Arbeiterinnenbrut beider Bienarten trifft gleichermaßen auch auf *V. underwoodi* zu (ANDERSON et al. 1997).

Die neue Klassifizierung von *Varroa spec.* ist für die Bewertung der bis zum Jahr 2000 erschienenen Publikationen zu beachten. Unter Berücksichtigung der Verbreitungsgebiete ist dabei das Land wesentlich, in dem die Untersuchungen durchgeführt wurden.

### **1.1.2. Parasitierungsverhalten von *Varroa destructor* auf *Apis mellifera***

Die Lebensweise und insbesondere die Reproduktionsbiologie der *Varroa*-Milbe sind gut an das Bienenvolk angepasst und stellen bei ihrer Bekämpfung gewisse Probleme dar: Einerseits teilt sich die Milbenpopulation eines Bienenvolkes sowohl auf die adulten Bienen als auch die Puppenstadien der Arbeiterinnen und Drohnen auf, andererseits können *Varroa*-Milben durch Verflug und Räuberei ihrer Wirte leicht von einem Bienenvolk zum anderen und sogar zu anderen Bienenständen verbreitet werden (HÜTTINGER et al. 1981, HOFFMANN 1992). Zudem ist es nicht ausgeschlossen, dass einzelne Milbenweibchen auch beim Trachtflug auf neue Wirtsbienen wechseln. Immerhin sind sie auf Blüten bis zu 6 Tage überlebensfähig und können im Extremfall innerhalb der ersten 5 dort verbrachten Tage auf Arbeitsbienen wechseln (HARTWIG und JEDRUSZUK 1987).

Die adulten *Varroa*-Weibchen dringen kurz vor der Verdeckelung in Brutzellen ein. Nach NAZZI et al. (2001, 2004) geht vermutlich von Komponenten im Futtersaft das entsprechende Signal aus, zumal nach ROSENKRANZ (1993 b) die Larven durch Abwaschen mit Pentan oder Ethanol unattraktiv und mit Pentan-Larvenextrakt wieder attraktiv gemacht werden

können. Möglich ist aber auch, dass der nach KIRCHNER (1993) sehr ausgeprägte Vibrationssinn eine Rolle spielt. Sicher ist zumindest, dass die Parasiten nach ihrem Eindringen in die Zelle zunächst im Futtersaft am Zellboden verharren (IFANTIDIS 1988). Dort sind sie vor dem Putztrieb der Arbeitsbienen gut geschützt. Über ihre Perithreme (schnorchelartige Gebilde) können sie weiterhin die Atmung sicherstellen. Sobald die Zelle verdeckelt und der Futtersaft verbraucht ist, verlassen die Milbenweibchen ihr Versteck und beginnen an der Vorpuppe Hämolymphe (Bienenblut) zu saugen. Ca. 60 Stunden später legen sie ihr erstes Ei, welches, ausgelöst durch Signale der L5-Larve, meist unbefruchtet bleibt, deshalb einen einfachen Chromosomensatz ( $n=7$ ) enthält und sich somit parthenogenetisch zu einem Männchen entwickelt (REHM und RITTER 1989, GARRIDO und ROSENKRANZ 2003). Aus den weiteren Eiern, die im Abstand von 30 Stunden gelegt werden, entwickeln sich dagegen weibliche Milben mit entsprechend doppeltem Chromosomensatz ( $2n=14$ ). Diese werden nach einer Entwicklungsdauer von 6,2 Tagen geschlechtsreif und lassen sich von dem Männchen, welches nach 6,9 Tagen die Geschlechtsreife erreicht und außer bei Mehrfachparasitierung immer ihr Bruder ist, begatten (REHM und RITTER 1989). Nur zum Schlupf der Biene bereits begattete Milbenweibchen sind fortpflanzungsfähig und können dann bis zu 7 Reproduktionszyklen durchlaufen (RUIJTER 1987). Neben den unreifen Weibchen geht auch das Männchen mit dem Schlupf der adulten Biene zugrunde, zumal es aufgrund der zum Begattungsapparat umgebauten Mundwerkzeuge keine Nahrung aufnehmen können soll (HÄNEL 1983). Vermutlich um leicht an neue Brutzellen zu gelangen und ihren Konkurrentinnen auszuweichen, wechseln die auf ihrem Wirt aus der Zelle schlüpfenden Milbenweibchen i.d.R. unmittelbar auf eine ältere Arbeiterin, die bereits Pflegedienste verrichten kann (LE CONTE und ARNOLD 1987, STEINER 1993). Hierbei kommt ihnen zugute, dass sie offenbar zwischen dem physiologischen Status der Arbeiterinnen gut differenzieren können (KRAUS et al. 1986), wofür die höhere Thoraxtemperatur mehrere Tage alter Arbeiterinnen verantwortlich gemacht wird (PORBECK et al. 2006). Weil die Drohnenbrut drei Tage länger verdeckelt ist als die Arbeiterinnenbrut, entwickeln sich hier deutlich mehr Nachkommen bis zum reproduktionsfähigen Alter. Schlüpfen aus einer Arbeiterinnenzelle, die von einer Muttermilbe parasitiert wurde, im Mittel 1,4 reproduktionsfähige Tochtermilben, so schlüpfen aus einer Drohnenzelle 2,0 (SCHULZ 1983, FUCHS 1989, FUCHS und LANGENBACH 1989). Allerdings schwankt die Nachkommenrate im Jahresverlauf deutlich, weshalb sie im Frühjahr, Herbst und ganz besonders im Winter deutlich unter vorgenannten Werten liegt (OTTEN und FUCHS 1990, MARTIN 2001). Zudem geht sie bei Mehrfachparasitierung einer Brutzelle zurück (MOOSBECKHOFER et al. 1988, FUCHS 1989, FUCHS und LANGENBACH 1989), weshalb in zunächst schwach befallenen Völkern ein deutlich stärkeres Wachstum der Milbenpopulation zu verzeichnen sein kann, als in stark befallenen Völkern (AUMEIER et al. 2002). So kann die Milbenpopulation unter hiesigen Bedingungen in den Bienenvölkern innerhalb eines Jahres das 2 bis 20fache ihres Ausgangswertes erreichen (AUMEIER et al.

2002). Nach RENZ und ROSENKRANZ (2002) verdoppelt sich unter den hiesigen Bedingungen die Milbenzahl während der Brutperiode alle drei Wochen, nimmt aber während der Winterruhe wieder deutlich ab – annähernd vergleichbar mit dem Abgang an Bienen (FRIES und PEREZ-ESCALA 2001).

Das Populationswachstum unterliegt jedoch nicht nur saisonalen Einflüssen, sondern kann auch von Jahr zu Jahr deutlich schwanken (RADTKE 2003). Angesichts der konstanten Brutnesttemperatur von 34-35 °C einerseits (BRÜCKNER 1975) und klimatischer Einflüsse auf die Milbenpopulation andererseits (GARCÍA-FERNÁNDEZ et al. 1995, KRAUS und PAGE 1995), muss davon ausgegangen werden, dass ein Teil der jährlichen Schwankungen auf dem unterschiedlichen Witterungsverlauf der einzelnen Jahre und der daraus resultierenden Brutkurven beruht. Auf diesen Punkt wird im Abschnitt zu den indirekten Bekämpfungsverfahren (1.3.4.) näher eingegangen werden.

Eine weitere mögliche Ursache für die jährlichen Schwankungen des Populationswachstums bei *V. destructor* kann im Trachtangebot und der damit verbundenen mehr oder weniger starken Aufzucht von Drohnenbrut liegen, die, wie oben beschrieben, eine höhere Reproduktionsrate ermöglicht. Drohnenbrut wird im Mittel 8 bis 10mal so häufig befallen wie Arbeiterinnenbrut (FUCHS 1989, 1990, BOOT et al. 1995, ROSENKRANZ und RENZ 2003). Lange wurde nach möglichen Ursachen gesucht und olfaktorische Reize wurden zumindest mitverantwortlich gemacht (FUCHS 1989, ZETLMEISL und ROSENKRANZ 1994, DILLIER et al. 2000). Eine Kairomon-Wirkung des von Drohnenlarven besonders stark abgegebenen Fettsäureesters Methylpalmitat (TROUILLER et al. 1994), konnte jedoch nicht bestätigt werden (ZETLMEISL und ROSENKRANZ 1994, AUMEIER und ROSENKRANZ 1995). Eine aktive Bevorzugung der Drohnenlarven erschien aufgrund der absoluten Verteilung von *Varroa*-Weibchen auf Drohnen- und Arbeiterbrut zweifelhaft (RADTKE 1997). Ein wesentlicher Grund für den höheren Befallsgrad der Drohnenlarven dürfte in ihrer Größe zu finden sein: Um diese zu erreichen, müssen sie von den Arbeiterinnen intensiver gefüttert werden, weshalb die Ammenbienen zumindest in den letzten 60 Stunden vor der Verdeckelung 2,8 mal mehr Zeit bei einer Drohnenlarve verbringen, als bei einer Arbeiterinnenlarve (CALDERONE und KUENEN 2003). Dadurch erhöht sich für fortpflanzungsbereite *Varroa*-Weibchen die Möglichkeit, gerade auf Drohnenbrut abzustiegen. Zudem erfolgt die Verdeckelung einer Drohnenzelle über einen Zeitraum von 48 Stunden, während diese Phase bei Arbeiterinnenzellen nur 12 – 24 Stunden dauert (CALDERONE und KUENEN 2003). Bereits IFANTIDIS (1988) und später auch BEETSMA et al. (1999) hatten für Drohnenbrutzellen eine mit 40-50 Stunden deutlich höhere Attraktivitätsdauer im Vergleich zu 15-20 Stunden bei Arbeiterinnenzellen festgestellt, ohne die Ursachen klären zu können. Aus der um 2,8fach längeren Pflegezeit und der 2 – 4 fach längeren Verdeckelungsphase lässt sich ein 5,6 – 11,2fach höherer Befall der Drohnenbrut

erklären (CALDERONE und KUENEN 2003). Nur selten finden sich dagegen *Varroa*-Milben in Weiselzellen. TROUILLER et al. (1994) machen hierfür die besonders geringe Sekretion von Methylpalmitat seitens der Königinnenlarven verantwortlich. Nach CALDERONE et al. 2002 spielt die repellente Wirkung des Weiselfuttersaftes eine wesentliche Rolle.

Einen interessanten Aspekt in die Diskussion um Einflüsse auf das Populationswachstum von *V. destructor* bringt auch SEELEY (2007) ein. Er legt anhand einer wildlebenden Honigbienen-Population im Nordosten der USA dar, dass *V. destructor* bei vorwiegend vertikaler Verbreitungsmöglichkeit (von Eltern auf Nachkommen = von Bienenvölkern auf Jungvölker) in der Lage ist, seine Virulenz, sprich Reproduktionsrate, zu verringern. Andernfalls hätte die Milbe bei der natürlicherweise weiträumigen Verteilung der Völker keine Überlebenschance. Für die konventionelle Bienenhaltung mit hoher Völkerkonzentration auf einem Stand ist jedoch neben der vertikalen die horizontale Verbreitung typisch, also die Verbreitung von Volk zu Volk durch Verflug und Räuberei. So kommen auch MILANI et al. (1999) in der Nähe der im Nordosten Italiens gelegenen Stadt Udine zu einem ähnlichen Ergebnis: Beim Vergleich von Milben aus Udine und aus Lunz am See (Österreich) in Bienenvölkern beider Herkünfte hatten die Völker keinen Einfluss auf die Vermehrung der *Varroa*-Milben. Die Milben aus Udine zeigten jedoch in den Völkern beider Herkünfte eine deutlich geringere Fertilität als jene aus Lunz. Nach KIRSCH und ROSENKRANZ (1999) sowie GARRIDO et al. (2003) muss die geringe Fertilität von *Varroa*-Weibchen jedoch kein über Jahre anhaltender Dauerzustand sein.

Generelle Voraussetzung für die Reproduktion ist jedoch nach HÄNEL (1984), dass die jungen Milbenweibchen vor dem ersten Eindringen in eine Brutzelle ihre phoretische Phase auf einer älteren Sommerbiene absolviert. Diese haben einen höheren Juvenilhormon-(III)-Titer als bis zu 10 Tage alte Sommerbienen oder Winterbienen. Die Höhe des Juvenilhormon-Titers der parasitierten Larven bzw. Puppen spielt dagegen für die Fortpflanzung keine Rolle (ROSENKRANZ et al. 1989, ROSENKRANZ et al. 1993).

### **1.1.3. Schädigung der Bienen und des Bienenvolkes durch *Varroa destructor***

Durch die Parasitierung mit *V. destructor* wird *A. mellifera* stark in ihrer Leistungs- und Lebensfähigkeit beeinträchtigt. Denn die Reproduktion der *Varroa*-Milbe in der verdeckelten Brutzelle bedingt, dass die reproduzierende Muttermilbe samt ihrer Nachkommen ein und dasselbe Wirtsindividuum während seiner gesamten pupalen Entwicklungsphase parasitiert. Dabei leben die Parasiten u.a. von Hämolympheproteinen der Puppe (WEINBERG und MADEL 1985), die selbst keine Nahrung zu sich nimmt. Schon bei der Parasitierung mit nur

einer Muttermilbe können der Arbeiterinnenpuppe beträchtliche 13 % der im Zellgewebe gespeicherten Nahrungsreserven entzogen werden (GAREDEW et al. 2004). SCHNEIDER und DRESCHER (1987) fanden, dass 1-9 Milbenweibchen das mittlere Schlupfgewicht der *A. mellifera*-Arbeiterinnen von 114 mg um 6,3 – 25 % vermindern. Diese Zahlen werden von SCHATTON-GADELMAYER und ENGELS (1988) bestätigt, auch wenn bei ihnen das Schlupfgewicht präimaginal nicht parasitierter *A. mellifera carnica*-Arbeiterinnen mit durchschnittlich 123,3 mg geringfügig über jenem der vorgenannten Autoren liegt. Allerdings schwankt dieser Mittelwert in Abhängigkeit vom Bienenvolk zwischen 112,4 und 127,1 mg. Bei Drohnen, die unparasitiert mit 290 mg schlüpfen, geht infolge der Parasitierung durch *Varroa*-Milben das Schlupfgewicht um den gleichen Betrag zurück wie bei Arbeiterinnen (SCHNEIDER und DRESCHER 1987). Nach DUAY et al. (2003) kann in Abhängigkeit vom Parasitierungsgrad die Verringerung des Schlupfgewichtes bei Drohnen sogar bis zu 50 % betragen. Schon die Parasitierung durch eine Milbe kann sich bei ihnen deutlich auf die Flugleistung auswirken (DUAY und ENGELS 2002), was die Chancen der Drohnen, ihr Erbgut weiterzugeben, deutlich beeinträchtigen dürfte. Letzteres ist zumindest für Drohnen mit geringer Körpergröße nachgewiesen (BERG et al. 1997). Zudem wiesen SCHNEIDER und DRESCHER (1987) für Arbeiterinnen nach, dass ihre Hypopharynxdrüsen (Futtersaftdrüsen) infolge pränataler Parasitierung nicht voll ausgebildet werden und ihre Lebensdauer verkürzt ist. Während von den in ihrer Puppenphase nicht parasitierten Arbeiterinnen 1/3 älter als 35 Tage wurde, traf dies bei den einfach parasitierten nur auf 10 % zu. Die mehrfach parasitierten Arbeiterinnen erreichten nach dem Schlupf nur eine maximale Lebensdauer von 25 Tagen, wobei 90 % bereits in den ersten 12 Tagen zugrunde gingen. KOVAC und KRAILSHEIM (1988) beobachteten neben der Verkürzung der Lebensdauer der Sommerbienen dies auch bei Winterbienen. Während von den Ende September geschlüpften nicht parasitierten Arbeiterinnen bis Ende März des folgenden Jahres 42 % überlebten, waren es bei den parasitierten nur 10 %. Dies ist für eine erfolgreiche Überwinterung der Bienenvölker äußerst dramatisch. BÜCHLER (1992) stellte ergänzend eine hoch negative Korrelation zwischen dem Milbenbefall der Völker und der Lebensdauer der Bienen fest.

Zudem konnten SCHNEIDER und DRESCHER (1987) äußerlich sichtbare Deformationen einzelner Körperteile oder des gesamten Körpers bis hin zur Flugunfähigkeit der Bienen beobachten. Hiermit ist nach SCHATTON-GADELMAYER und ENGELS (1988) ab fünf parasitierenden *Varroa*-Milben/Brutzelle zu rechnen, während ab sieben Milben kaum noch Arbeiterinnen ohne deutlich sichtbare Missbildungen schlüpfen. Aber selbst wenn die adulten Arbeiterinnen keinerlei sichtbare Schäden zeigen, reicht die Parasitierung durch ein *V. destructor* Weibchen aus, das Heimfindevermögen (KRALJ und FUCHS 2003, 2006) und daraus resultierend die Heimkehrquote ausfliegender Trachtbienen deutlich zu mindern (KRALJ und FUCHS 2004, 2006). Die pränatal parasitierten Arbeiterinnen unternehmen ihren ersten Ausflug darüber hinaus früher als die nicht parasitierten, kommen jedoch auf

weniger Ausflüge pro Tag mit einer kürzeren Flugdauer, was zusätzlich zur verminderten Lebenserwartung eine weitere Minderung ihres Beitrages zur Volksleistung erwarten lässt (SCHNEIDER 1986).

Aus diesen Gründen resultiert eine mehr oder weniger deutlich beeinträchtigte Volksentwicklung mit einem entsprechend geminderten Honigertrag (MURILHAS 2002). Ein hoher Befallsgrad kann letztlich zum Tod ganzer Bienenvölker führen. Trotz der Entwicklung einer Vielzahl von Medikamenten gehen immer noch jährlich tausende Bienenvölker an der Varroose zugrunde. Diese Erkrankung wird auch für die massenhaften Winterverluste 1989/90, 1997/98, 2002/2003 und 2007/2008 in Deutschland zumindest mitverantwortlich gemacht (KOENIGER 1990, RITTER 1993, SCHWENKEL 1998, OTTEN 2003 b, 2003 c, ROSENKRANZ 2008).

Vertikale und horizontale Übertragungswege sichern der *Varroa*-Milbe trotz des Zusammenbruches von Bienenvölkern das Überleben und ihre weitere Verbreitung. Bildet das Bienenvolk durch Schwärme Nachkommen, so nehmen diese Schwärme auch phoretische Milbenweibchen mit in den neuen Stock. Gleiches trifft zu, wenn der Imker Jungvölker bildet. Brechen Bienenvölker an einem zu hohen Befall zusammen, können Milben in großer Zahl über eine Entfernung von 1 km und mehr in andere Völker gelangen (RENZ und ROSENKRANZ 2001), wofür auf geringe Entfernungen der Verflug von Bienen und auf größere Distanzen vor allem Räuberei ursächlich sein dürfte.

#### **1.1.4. *Varroa destructor* als Krankheitsüberträger**

Neben der direkten Schädigung der Bienen und ihrer Brut durch das Aussaugen der Hämolymphe kommt dem Parasiten besondere Bedeutung als Vektor von Krankheitserregern zu. In verschiedenen Arbeiten wird dargestellt, dass ein hoher Befall mit *Varroa*-Milben zu einem höheren Infektionsstatus mit mikrobiellen Krankheitserregern führen kann (RITTER et al. 1984 b, KOCH und RITTER 1987, 1988, BAKONYI et al. 2002, TENTCHEVA et al. 2006). BOWEN-WALKER et al. (1999) wiesen die Übertragung des Deformed Wing Virus (DWV) nach, ein Virus, das – wie der Name schon sagt – zu verkrüppelten Flügeln bei den schlüpfenden Bienen und somit zum Verlust ihrer Flugfähigkeit führt. Allerdings ist hier nicht die Menge der übertragenen Viren ausschlaggebend für die Erkrankung, sondern der Ort des Infektionsherdes im Bienenkörper. Denn nur dann, wenn DWV im Kopf nachweisbar ist, kommt es zu pathologischen Veränderungen (YUE und GENERSCH 2005). Dorthin könne es jedoch nur gelangen, wenn es durch *Varroa spec.* in die Hämolymphe injiziert wird. Über den Verdauungstrakt komme das Virus nicht an entscheidender Stelle an. Dies erklärt Beobachtungen von AUMEIER et al. (2002): In jenen Völkern mit hohem *Varroa*-Befall

bereits zu Beginn des Jahres litten zum Saisonende wesentlich häufiger Arbeiterinnen an verkrüppelten Flügeln als in Völkern mit anfangs geringem Parasitierungsgrad. Dagegen wurde am selben Völkerbestand im Verlauf der Brutsaison eine Abnahme der Krankheitssymptome für Sackbrut, Kalkbrut und Nosemosis beobachtet (BOECKING et al. 2002 b). Auch BERMEJO und FERNÁNDEZ (1997) finden keinen Zusammenhang zwischen dem Befall mit *Varroa*-Milben und *Nosema*-Sporen. Dagegen sollen nach LIU (1996) sowohl *Ascospaera apis*, der Erreger der Kalkbrut, *Nosema spec.*, der Erreger der Nosemose, als auch Bakterien durch *Varroa spec.* übertragen werden.

Neben DWV kann *Varroa destructor* ebenso das Kaschmir Bienenvirus übertragen (CHEN et al. 2004). TODD et al. (2007) sehen einen Zusammenhang der Übertragung des Kaschmir-Bienenvirus (KBV) durch *V. destructor* mit dem Zusammenbruch von Bienenvölkern auf Neuseeland. Für den dafür erforderlichen hohen Infektionsgrad sei eine starke Milbenpopulation erforderlich. BRØDSGAARD et al. (2000) konnten in vitro zeigen, dass sich die Sterblichkeit von mit *Varroa*-Milben parasitierten Bienenpuppen von 25 auf 55 % mehr als verdoppelt, sofern die Milben mit dem von BAILEY et al. 1963 erstmals beschriebenen Akute Bienen-Paralyse-Virus (ABPV) infiziert waren. Eine subletale Infektion hat eine Verkürzung der Lebensdauer und der Brutpflegephase zur Folge (PONTON und RITTER 1992).

KANBAR et al. (2002) wiesen die Übertragung des Bakteriums *Melissococcus pluton* als Erreger der Europäischen Faulbrut durch *Varroa destructor* nach. Ob dies jedoch zu einer Erkrankung führt, lassen die Autoren offen. Zumindest für eine eventuelle Übertragung des Bakteriums *Paenibacillus larvae*, dem Erreger der Amerikanischen Faulbrut, erscheint dies zunächst unwahrscheinlich. Die Empfänglichkeit der Bienen nimmt schon während ihres 6 Tage dauernden Larvenstadiums, an deren Ende sie erst mit den Milben in Kontakt kommen können, mit zunehmendem Alter deutlich ab – mit einer entscheidenden Ausnahme: Gerade bei den frisch verdeckelten Larven sind die Substanzen, die in den anderen Entwicklungsstadien das Wachstum von *P. larvae* hemmen, nicht zu finden (CRAILSHEIM und RIESSBERGER-GALLÉ 2001). Nach OTTEN (2003 a) ist jedoch zumindest in Deutschland kein Anstieg der registrierten Erkrankungsfälle zu verzeichnen, obwohl sich die *Varroa*-Milbe nach ihrem erstmaligen Auftreten im Jahre 1977 innerhalb weniger Jahre deutschlandweit ausbreitete. Sowohl in den 20 Jahren vor dem ersten Auftreten der *Varroa*-Milbe als auch in den 20 Jahren danach wurden in den alten Bundesländern jährlich ca. 200 neue Erkrankungsfälle registriert – bei ca. 100.000 Imkereien eine verschwindend geringe Zahl.

Gerade in Bezug auf die derzeit wiederholt zu verzeichnenden erhöhten Völkerverluste werden Sekundärinfektionen mit dem Tod von Bienenvölkern in Zusammenhang gebracht.

Zumindest konnten RITTER (1998 a), OTTEN (1999) und LIEBIG (2001) nachweisen, dass es von enormer Bedeutung ist, die *Varroa*-Milben möglichst frühzeitig aus den Bienenvölkern zu eliminieren. Je später die Behandlung beginnt und je höher die Milbenpopulation im Bienenvolk ansteigt, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass es den kommenden Winter nicht mehr überlebt oder seine Leistungsfähigkeit im darauffolgenden Sommer zumindest beeinträchtigt ist. Aber auch dann, wenn neben *V. destructor* weitere Krankheitserreger, z.B. die endoparasitische Tracheenmilbe *Acarapis woodi*, über andere Wege in das Bienenvolk gelangen, kann die Sterblichkeit der Bienenvölker deutlich ansteigen (DOWNEY und WINSTON 2001). Später versucht LIEBIG (2006 a) jedoch, sich zu korrigieren, indem er im August/September unterschiedlich stark befallene Völker behandelt und deren weitere Entwicklung bis zum Frühjahr beobachtet. Letztere sei unabhängig vom ursprünglichen Befallsgrad in allen Völkern gleich verlaufen. Dass die beiden am stärksten befallenen Völker noch im Herbst eingingen und selbst der geringste Befall bereits bei 3.000 *Varroa*-Weibchen lag, wird hierbei jedoch nicht gewürdigt. Zudem fehlen Kontroll-Völker, die während des Sommers nahezu milbenfrei gehalten wurden.

#### **1.1.5. Anpassung zwischen *Apis cerana* und *Varroa spec.***

Warum treten die hier für *Apis mellifera* beschriebenen Schäden nicht auch bei der Asiatischen Honigbiene, dem ursprünglichen Wirt der *Varroa*-Milbe, auf? RATH (1999) beschreibt als Ergebnis der Koadaptation von *Varroa spec.* und *Apis cerana* folgende Eigenschaften, die das Populationswachstums des Parasiten hemmen:

- gegenseitiges Putzen der Arbeiterinnen („grooming“),
- Entdeckeln von Zellen und Entfernen befallener Brut („uncapping“ und „removing“),
- Einsargen tödlich parasitierter Drohnenbrut („entombing“),
- schwacher Befall der Arbeiterbrut und, von wenigen beschriebenen Fällen abgesehen, ausschließliche Vermehrung auf der Drohnenbrut, die nur zeitweise zur Verfügung steht.

Hierbei kommt den beiden letztgenannten Eigenschaften die größte Bedeutung zu (RATH 1999). Schließlich fehlt der Nachweis für den tatsächlichen Nutzen des Putz- und des Ausräumverhaltens für die Entwicklung der Milbenpopulation. Immerhin stellt das Ausräumverhalten nicht nur eine zeitweilige Störung der Fortpflanzung der Milben dar, sondern bedingt auch den Tod der jeweiligen Bienenpuppe (BOECKING und SPIVAK 1999).

## 1.2. Direkte Verfahren zur Bekämpfung von *Varroa destructor* und ihre Probleme

### 1.2.1. Bekämpfungsstrategien

Aufgrund der massiven und oft totalen Verluste befallener Bienenstände (RITTER et al. 1981) sah es die APIMONDIA (Fédération d'Apiculture mondiale = Internationaler Verband der Bienenzüchtervereinigungen) als unausweichlich an, den Regierungen über das Internationale Tierseuchenamt (OIE) zu empfehlen, die Varroose staatlich zu bekämpfen (GNÄDINGER 1979).

Das Eindringen von *Varroa destructor* in ein unbefallenes Gebiet kann jedoch zunächst über Jahre unbemerkt bleiben, was die Bildung sekundärer und tertiärer Befallsherde begünstigt. Deshalb ist die Tilgung des Parasiten in einem als befallen erkannten Gebiet nicht durch die Vernichtung der befallenen Bienenstände zu erreichen, wie RUTTNER und RITTER (1980) sowie RITTER und RUTTNER (1981) an der Ausbreitung in Deutschland aufzeigen konnten. Das gleiche Resümee mussten SZAKOLOCSAI (1981) in Ungarn und bald darauf auch VESELÝ und PEROUTKA (1984) nach sehr aufwendigen und kostspieligen Tilgungsbemühungen auf der Basis diagnostischer Untersuchungen und großflächiger Vernichtung der Bienenvölker in Befallsgebieten in der damaligen Tschechoslowakei ziehen. Letztere führen zudem an, dass die getroffenen Festlegungen zur Tilgung der Varroose aufgrund der Vielzahl betroffener Imker und deren unbedingte Mitwirkung großflächig nicht 100 %ig umsetzbar seien. Vermutlich werden solche Maßnahmen darüber hinaus durch wildlebende Bienenvölker torpediert, deren Standorte oftmals nicht bekannt sind.

Direkte Verfahren zur Bekämpfung der ektoparasitären Bienenmilbe *Varroa destructor* zielen unmittelbar auf deren Schädigung bis hin zu ihrem Tod. Hierzu zählen chemische, physikalische und biologische Bekämpfungsmaßnahmen, die insbesondere auf dem Einsatz von Tierarzneimitteln, Wärme-, Röntgen- bzw. radioaktiver Strahlung oder dem Einsatz von biologischen Gegenspielern bzw. Duftfallen basieren. Praktische Bedeutung haben darunter nur die chemischen Maßnahmen erlangt. Die derzeit in Deutschland zugelassenen Medikamente sind in Tab. 1 dargestellt. Sie stimmt weitgehend mit der Zulassungssituation in den weiteren Staaten der Europäischen Union überein.

Aufgrund ihrer hohen Wirksamkeit, ihres unkomplizierten Rückstandsverhaltens, der geringen Gefahr einer Resistenzbildung bei *Varroa destructor* und ihrer langen erfolgreichen Anwendung seit 1979 wurde die medikamentöse Behandlung in den vorliegenden

Untersuchungen ausschließlich mit Ameisensäure durchgeführt. Entsprechend ausführlich wird sie in den nachfolgenden Ausführungen berücksichtigt werden.

**Tab. 1:** Aktuell in Deutschland zugelassene Varroazide

<b>Wirkstoffgruppe</b>	<b>Tierarzneimittel (Wirkstoff)</b>	<b>Jahr der Zulassung</b>
Organische Säuren (wasserlöslich)	Ameisensäure ad us. vet. 60 %	2000
	Milchsäure ad us. vet. 15 %	2003
	Oxalsäuredihydrat-Lösung 3,5% (m/V) ad us. vet.	2006
Ätherische Öle (fettlöslich)	Apiguard ( <i>Thymol</i> )	2002
	Thymovar ( <i>Thymol</i> )	2006
	ApiLiveVar	2009
Pyrethroide (fettlöslich)	Bayvarol ( <i>Flumethrin</i> )	1991
Phosphorsäureester (fettlöslich)	Perizin ( <i>Coumaphos</i> )	1985

### 1.2.2. Einsatz fettlöslicher Medikamente

Bisherige *Varroa*-Bekämpfungsstrategien basieren häufig auf dem alleinigen Einsatz von Tierarzneimitteln oder werden zumindest von ihnen beherrscht. Zwar konnte dadurch der Zusammenbruch der Bienenhaltung verhindert werden, andererseits führte und führt dies zu neuen gravierenden Problemen, wie sie bereits aus Ländern bekannt waren, in denen die *Varroa*-Milbe bereits länger bekämpft wird als in Mitteleuropa (RITTER et al. 1981). Zum einen traten in der Vergangenheit Resistenzerscheinungen der *Varroa*-Milben nicht nur im Laborversuch (RUTTNER und RITTER 1981), sondern mit zunehmender Häufigkeit auch in der imkerlichen Praxis gegenüber verschiedenen eingesetzten Medikamenten auf der Basis lipophiler Wirkstoffe, insbesondere den Pyrethroiden (Fluvalinat bzw. Flumethrin in den Handelspräparaten Apistan und Bayvarol), Coumaphos (Perizin) und Amitraz auf, so z.B. in Italien, Slowenien, Schweiz, Frankreich, Belgien, Österreich, England, den USA und in verschiedenen Teilen Deutschlands (VORWOHL 1994, LODESANI et al. 1995, GUFLER und WALLNER 1995, COLIN et al. 1997, TROUILLER 1998, BERG et al. 1999, KOENIGER et al. 1999, ELZEN et al. 1999, 2000, SCHLENKE et al. 2000, SPREAFICO 2001, BOECKING et al. 2002 a, THOMPSON et al. 2002, PETTIS 2004). Zum anderen wurden immer häufiger und in immer größeren Mengen Medikamentenrückstände in den Bienenprodukten, insbesondere im Bienenwachs gefunden (WACHENDÖRFER und KAEDING 1988, MOOSBECKHOFER 1990 a, BOGDANOV und KILCHENMANN 1995, VESELY et al. 1995, WALLNER 1997 a, 1999, 2001 a, 2001 b, BOGDANOV et al. 1998 b, MARTEL et al. 2007). Während Resistenzerscheinungen über einen Zeitraum weniger Jahre reversibel sind (MILANI und DELLA VEDOVA 2002), zeichnen sich Rückstände lipophiler

Wirkstoffe durch eine hohe Persistenz aus und akkumulieren sich infolge wiederholter Behandlungen (WALLNER und PECHHACKER 1994, BOGDANOV und KILCHENMANN 1995, WALLNER 1999, MARTEL et al. 2007).

Über die Umarbeitung des Waxes zu Mittelwänden in wenigen Spezialbetrieben und die anschließende Verteilung auf die Imkereien werden die Rückstände weit verbreitet. Dies trifft aber zumindest scheinbar nicht auf alle Medikamente zu, so wird Amitraz, u.a. enthalten in Apivar<sup>®</sup>, offenbar schnell abgebaut (WALLNER 1999, MARTEL et al. 2007). Allerdings sind die Abbauprodukte häufig im Honig jener Länder zu finden, in denen Amitraz zur Anwendung gelangt (SCHROEDER 2004). Varroazidrückstände im Bienenwachs sind vermutlich eine wesentliche Ursache für die Ausbildung einer Resistenz seitens der *Varroa*-Milben gegenüber bestimmten Wirkstoffen, da diese ständig mit einer unterdosierten Wirkstoffmenge konfrontiert sind. Im Falle der Varroazide „Apistan“ und „Bayvarol“ konnte MOOSBECKHOFER (1990 b, 1991) nachweisen, dass deren Rückstände im Wabenmaterial sogar zur hochwirksamen Abtötung von *Varroa*-Milben führen, was von KRAUS und PAGE (1995) bestätigt wird. Zudem kann es nach PETTIS et al. (2004) durch Varroazid-Rückstände im Bienenwachs zu Brutschäden kommen. Bereits ein Coumaphos-Gehalt (Wirkstoff des Perizins) von 100 mg/kg Wachs bzw. 100 ppm führt in der Königinnenaufzucht zu Anzuchtverlusten von 50 % der umgebetteten Larven und zu einem signifikant geringeren Gewicht der sich bis zum Schlupf entwickelnden Weiseln. Dieser Rückstandsgehalt kann in der Praxis durchaus erreicht werden (WALLNER 1997 a).

Hinzu kommt: Bereits ab dem wesentlich geringeren Wert von 1 mg/kg Wachs, der knapp über der Nachweisgrenze liegt, können verschiedene Varroazidrückstände nachweisbar in den Honig übertreten (WALLNER 1992, WALLNER und PECHHACKER 1994, WALLNER 1997 a) und führen zu einer Kontamination des Lebensmittels in unzulässiger Höhe (BOGDANOV et al. 1998 b). Rückstände in Nahrungsmitteln belasten deren Image jedoch erheblich. Aufgrund von Negativmeldungen der Medien beurteilen die Verbraucher Rückstände von Pflanzenschutz- und Tierarzneimitteln sowie Umweltimmissionen in Nahrungsmitteln zunehmend kritisch. Andererseits stellt Honig die entscheidende Einnahmequelle aus der Imkerei dar. Das hat den Deutschen Imkerbund e.V. wiederum veranlasst, seit 1988 ein Untersuchungsprogramm zur Überwachung und Vermeidung von Rückstandsbelastungen des Honigs mit einem jährlichen Umfang von gegenwärtig ca. 2.500 Proben finanziell zu fördern (WALLNER 1997 b, 2002, 2007). Immerhin haben synthetische lipophile Varroazide aufgrund ihrer hohen und zunächst sicheren Wirksamkeit weite Verbreitung erlangt. RITTER et al. (1986) gibt für Perizin eine Wirksamkeit von über 95 % bei zweimaliger Behandlung brutfreier Völker an, mit den synthetischen Pyrethroiden Fluvalinat und Flumethrin (Handelspräparate Apistan bzw. Bayvarol) sind in brütenden

Völkern bei zweimonatiger Behandlungsdauer im Mittel sogar 99 % erreichbar (KOENIGER und FUCHS 1988).

Ein Problem, das bisher wenig Beachtung fand, zeigt LIENAU (1991) auf: Die Behandlung der Völker mit Perizin (Wirkstoff: Coumaphos) hemmt die Aktivität des Enzyms Carboxylesterase im Bienenkörper. Dadurch wird die Entgiftung nach Aufnahme von Organophosphaten, die z.B. der Bekämpfung des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus*) dienen, beeinträchtigt. Das hat eine erhöhte Mortalität der Bienen zur Folge. Beim Einsatz von Apistan (Wirkstoff: Fluvalinat) kann dagegen die Empfindlichkeit der Entwicklungsstadien gegenüber APV (*Acute Paralysis Virus*) erhöht sein, was zu einer erhöhten präimaginalen Mortalität führt (OTTENI und RITTER 1999). Zudem erhöht Apistan die Empfindlichkeit gegenüber Pflanzenschutzmitteln mit dem Wirkstoff Bifenthrin (ELLIS et al. 1997).

### 1.2.3. Einsatz organischer Säuren

Zur *Varroa*-Bekämpfung sind aus der Gruppe der organischen Säuren in Deutschland zugelassen:

- a) Ameisensäure in unterschiedlichen Applikationsformen: seit 1985 in Form der Illertisser Milbenplatte, einer Weichfaserplatte 200 x 200 x 1,5 mm mit 23 g 65 %iger Ameisensäure pro Volk und Raum bei 4 Behandlungen im Abstand von 4 Tagen (WACHENDÖRFER et al. 1985, STOYA et al. 1986, WACHENDÖRFER und KAEDING 1988) und seit 2000 in Form eines Applikators aus Kunststoff mit Vorrats- und Verdunstungsbehälter (z.B. Nassenheider Verdunster) mit 85 g Ameisensäure ad us. vet. 60 % pro Volk und Raum bei zweimaliger Behandlung. Für die Behandlung im Sommer nach dem Abschleudern (Juli) werden 15-20 g pro Zarge (ca. 15-20 ml) und Tag empfohlen, für die Behandlung im Spätsommer/Herbst (September, vor der Brutpause) 6-10 g (ANLAGE ZUR ... VERORDNUNG ÜBER STANDARDZULASSUNGEN ... 2000).
- b) Milchsäure seit 2003 als Milchsäure ad us. vet. 15 % zum Aufsprühen auf die bienenbesetzten Waben brutfreier Völker im Spätherbst/Winter bei Außentemperaturen von 4 bis 10 °C. Geringere Temperaturen führen zu erhöhten Bienenverlusten. Bei zweimaliger Behandlung im Abstand von 1 bis 5 Wochen werden jeweils pro bienenbesetzter Wabenseite 8 ±1 ml Milchsäure auf die Bienen gesprüht. Für die Behandlung eingeschlagener Kunstschwärme und auch für Ableger ohne verdeckelte Brut ist eine Sommerbehandlung ebenfalls zulässig. Um die offene Brut nicht zu treffen, wird empfohlen, die Säure im Winkel von 45 ° auf die Waben zu sprühen (NEUNTE VERORDNUNG ... ÜBER STANDARDZULASSUNGEN ... 2003).

c) Oxalsäure seit 2006 als saccharosehaltige Oxalsäuredihydrat-Lösung 3,5 % (m/V) ad us. vet. zum einmaligen Aufträufeln im Spätherbst bei mindestens 3 °C auf die bienenbesetzten Wabengassen des brutfreien Bienenvolkes. Je nach Volksstärke werden 30-50 ml/Volk appliziert, was 5-6 ml pro besetzter Wabengasse entspricht. Der Milbenfall hält 3 Wochen an. Wiederholte Behandlungen im Herbst werden von den Bienen ebenso wie die Behandlung im Sommer schlecht toleriert (ELFTE VERORDNUNG ... ÜBER STANDARDZULASSUNGEN ... 2006).

Das Vorhandensein dieser drei genannten organischen Säuren als natürlicher Bestandteil des Honigs (STOYA et al. 1986, WACHENDÖRFER und KAEDING 1988, BOGDANOV et al. 2002, HORN und LÜLLMANN 2002, WEHLING et al. 2002), ihre geringe Neigung zur Rückstandsbildung und ihre geringe gesundheitliche Bedenklichkeit in Nahrungsmitteln waren vermutlich Ursache für ihre Aufnahme in die Liste der möglichen Substanzen zur Bekämpfung der Varroose entsprechend der Verordnung über den ökologischen Landbau (COUNCIL REGULATION 1999).

Dennoch können auch sogenannte alternative Verfahren mit organischen Säuren nur Übergangslösungen sein, da sie verschiedentlich sehr arbeitsintensiv (Milchsäure) (KLEPSCH et al. 1984, KRAUS 1992, RITTER 1994, POHL 1995), kostenintensiv (Ameisensäurelangzeitbehandlung mit 2 Nassenheider Verdunstern und 340 g Ameisensäure ad us. vet. 60 %ig pro Volk und Jahr) (ANLAGE ZUR ... VERORDNUNG ÜBER STANDARDZULASSUNGEN ... 2000, RADEMACHER et al. 1999, MOOSBECKHOFER 1999 a, b), wenig bienenverträglich (Oxalsäure) (LIEBIG 1998 b, HIGES et al. 1999, BÜCHLER 2000, NOZAL et al. 2003, GREGORC und SMODIS SKERL 2007) und/oder mit einem erhöhten gesundheitlichen Risiko für den Anwender verbunden sein (Oxalsäure) (LIEBIG 1999 a, RADETZKI 2001, ASCHENBERGER 2002, GUMPP et al. 2003, LINIGER 2004). Zur Vermeidung von Rückständen in den Bienenprodukten können und dürfen Medikamente generell erst nach Trachtschluss eingesetzt werden (PERIZIN 1995, ANLAGE ZUR ... VERORDNUNG ÜBER STANDARDZULASSUNGEN ... 2000, NEUNTE VERORDNUNG ... ÜBER STANDARDZULASSUNGEN ... 2003, ELFTE VERORDNUNG ... ÜBER STANDARDZULASSUNGEN ... 2006). Da die Winterbienen bereits ab Juli (WILLE 1981, HÜSING und NITSCHMANN 1987 S. 299), spätestens jedoch ab August (LIEBIG 2002 S. 63, PFEFERLE 1990 S. 28, RITTER 1994 S. 18) aufgezogen werden, kommt der Medikamenteneinsatz für deren gesunde Aufzucht, verbunden mit einer problemlosen Überwinterung, oftmals zu spät (OTTEN 1999).

Dennoch muss insbesondere in Bezug auf die **Ameisensäure** (Synonym: Methansäure) hervorgehoben werden: Ameisensäure kann zwar von den Honig- und Futtermitteln in hohem Maße aufgenommen werden, bei der Anwendung in der Zeit ab Trachtschluss bis in

den Winter hinein führt dies jedoch lt. bisherigen Untersuchungen selbst bei wiederholtem Einsatz über mehrere Jahre u.U. zwar zu einer geringen Erhöhung aber zu keiner nachweisbaren Verfälschung des natürlichen Gehaltes an Ameisensäure im geernteten Honig oder Wachs. Verantwortlich dafür ist ihr flüchtiges Verhalten (KOENIGER et al. 1981, STOYA et al. 1986, TRAGESER 1987, HANSEN und GULDBORG 1988, TALPAY 1989, RADTKE und HEDTKE 1998, BOGDANOV et al. 2002).

Der Nachweis einer eventuellen Verfälschung des Honigs infolge Behandlung der Völker mit Ameisensäure wird insbesondere auch dadurch erschwert, dass der natürliche Ameisensäuregehalt des Honigs selbst einer großen Schwankungsbreite unterliegt. Auf der Basis von Messungen an Honigen aus nicht mit Ameisensäure behandelten Völkern werden bei Blütenhonig bis zu 100 mg Ameisensäure/kg (entspricht 2,17 mVal) als natürlich angesehen, mit Ausnahme des Edelkastanienhonigs. Dieser weist mitunter bis zu 1.000 mg/kg auf, während Honigtauhonig natürlicherweise bis zu 600 mg/kg enthält (STOYA et al. 1986, WACHENDÖRFER und KAEDING 1988). Demzufolge ist alles, was deutlich über den betreffenden Werten liegt, im Sinne des § 2 der HONIGVERORDNUNG (2004) sowie COUNCIL DIRECTIVE (2001) als vermeidbar zu betrachten. Bei überhöhten Werten liegt eine nicht zugelassene künstliche Veränderung des Säuregrades vor. Das betreffende Erntegut ist damit weder als Honig noch als Backhonig verkehrsfähig. Allerdings geben HORN und LÜLLMANN (2002) durchweg höhere Werte an, ohne auf die Messungen und das Probenmaterial näher einzugehen: Blütenhonige 100 bis 500 mg/kg Honig, Honigtauhonige 500 bis 800 mg/kg und Edelkastanienhonig 1.000 bis 1.500 mg/kg. Auch nach WEHLING et al. (2002) ist die obere Grenze des natürlichen Ameisensäuregehaltes von Blütenhonigen von 100 mg/kg Honig zu niedrig angesetzt. Sie fanden zwar in Rapshonigen  $28,5 \pm 3,8$  mg/kg, in Lindenhonigen dagegen  $132,6 \pm 18,4$  mg/kg und in Heidehonigen  $206,2 \pm 89,7$  mg/kg. Die Geschmacksgrenze für Ameisensäure im Honig liegt bei 300 mg/kg (BOGDANOV et al. 2002).

Die bisherigen Veröffentlichungen zur Ameisensäure im Honig lassen bei deren ordnungsgemäßer Anwendung keine Überschreitung der festgelegten Grenzwerte für den Gehalt an freien Säuren in Höhe von 50 Milliäquivalent (mVal) nach HONIGVERORDNUNG (2004) sowie COUNCIL DIRECTIVE (2001) erwarten, denn der natürliche Gehalt an freien Säuren einheimischer Honige beträgt nach vorliegendem Datenmaterial max. 30 mVal (TRAGESER 1987, STOYA et al. 1986, RADTKE und HEDTKE 1998, HORN und LÜLLMANN 2002), bei einem mittleren Bereich von 15 bis 25 mVal (TALPAY 1989). Demzufolge könnte der Ameisensäuregehalt ein mehrfaches seines natürlicherweise in Blütenhonig vorkommende Gehaltes von bis zu 100 mg/kg (entspricht 2,17 mVal) betragen (STOYA et al. 1986, WACHENDÖRFER und KAEDING 1988). Dies war jedoch nicht Hintergrund der Festsetzung des Grenzwertes für den Gehalt an freien

Säuren, sondern damit sollte eine Möglichkeit geschaffen werden, die Vermarktung von Honigen mit einer evtl. abgestoppten Gärung zu unterbinden (TALPAY 1989, HORN und LÜLLMANN 2002). Denn bei Gärung des Honigs steigt sein Gehalt an Essig- und Milchsäure (HORN und LÜLLMANN 2002).

Bei Applikation der Ameisensäure im Frühjahr, vor allem innerhalb der nachfolgenden Trachtperiode ist eine Überschreitung der Grenzwerte jedoch vorprogrammiert (TRAGESER 1987, WACHENDÖRFER und KAEDING 1988, RADTKE und HEDTKE 1998, BOGDANOV et al. 2002).

Möglicherweise auftretende Extremwerte sollen die Untersuchungen von STOYA et al. (1986) aufzeigen: Während die Autoren bei Blütenhonig einen natürlichen Ameisensäuregehalt von 27 mg/kg (0...123 mg/kg, n=90) ermittelten, wies Winterfutter unmittelbar nach viermaliger (Kurzzeit-)Behandlung mit der Illertisser Milbenplatte bis zu 2.939 mg/kg Honig auf, nach einer Langzeitbehandlung (Krämerplatte) sogar bis zu 11.066 mg/kg, woraus zunächst eine Gesamtmenge an freien Säuren von bis zu 260 mVal resultierte, um danach schnell abzusinken. In Bienenwachs haben dagegen HANSEN und GULDBORG (1988) nach Behandlung mit Ameisensäure nur bis zu 10 mg/kg gefunden.

Zur Beurteilung eines von der Ameisensäure ausgehenden Gefährdungspotentials sei an dieser Stelle angemerkt, dass sie in der Lebensmittelindustrie bis zu einer Höchstmenge von 1.000 mg/kg als Konservierungsstoff verwendet werden durfte (WACHENDÖRFER et al. 1986, WACHENDÖRFER und KAEDING 1988, TALPAY 1989, RADEMACHER 1990). Dies erscheint insofern problemlos, weil Ameisensäure in den Körperzellen zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert (TRAGESER 1987):  $2 \text{HCOOH} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CO}_2$  (SOMMER 1983). Seit der Novellierung der Zusatzstoff-Höchstmengenverordnung ist jedoch Ameisensäure im Gegensatz zur Milchsäure (E 270) für die Konservierung von Lebensmitteln nicht mehr zugelassen (VERORDNUNG ... ÜBER ZUSATZSTOFFE 1998).

Auffallend bei der Ameisensäure ist, dass trotz ihrer Anwendung seit 1979 (ALTHEN 1979, KÜNZLER et al. 1979, RITTER und RUTTNER 1980 b, MAUL et al. 1980, KOENIGER und RAU 1980, MAUL und WISSEN 1981, WACHENDÖRFER et al. 1983) bisher keine Resistenzerscheinungen der *Varroa*-Milben bekannt geworden sind. Im Gegensatz zu anderen Medikamenten wirkt sie zudem bei ausreichend langer Einwirkzeit abhängig vom Abstand zur Brut auf die darin parasitierenden *Varroa*-Milben (ADELT und KIMMICH 1986, FRIES 1991, ROSENKRANZ 1993 a). Die verschiedenen zwischenzeitlich entwickelten Applikationsformen unterscheiden sich jedoch durchaus in ihrer Wirksamkeit. Hinter wiederholten Kurzzeitbehandlungen („Illertisser Milbenplatte“ und „Schwammtuch“) schneiden Langzeitverdunster mit gleichmäßig versorgtem Docht („Nassenheider

Verdunster“) gegenüber Langzeitverdunstern mit degressiv versorgtem Docht („Burmeister Verdunster“) oder abtrocknendem Speicherblock („Krämerplatte“, „Schuhleitner Universalverdunster“) am besten ab (BÜCHLER 1996, BÜCHLER 1997 a, SCHUSTER 1997, SCHUSTER 1998). In brütenden Völkern können mit 60 %iger Ameisensäure, die entsprechend den beiden erstgenannten Verfahren appliziert wird, bereits während des Spätsommers 41 - 100 % der Milben abgetötet werden, wobei die Mittelwerte in der Regel über 80 % liegen (BÜCHLER 1996, SCHUSTER 1997, RADEMACHER et al. 1999, POLACZEK et al. 2002). Allerdings besteht bei der Anwendung der „Illertisser Milbenplatte“ als Kurzzeitvariante gegenüber Langzeitverdunstern die Gefahr von Weiselverlusten, die u.U. bis zu 10 % betragen können (WACHENDÖRFER et al. 1985, BÜCHLER 1996). Die Platten wurden jedoch nicht gekühlt auf die Völker gelegt, so dass es offenbar zu einem starken Verdunstungsbeginn kam, der bei anderen Versunstersystemen durch eine relativ kleine Verdunstungsfläche vermieden wird.

Wenn bei MOOSBECKHOFER (1999 a, b) entgegen den vorgenannten Autoren der „Universalverdunster“ die gleiche milbentötende Wirkung zeigt wie der „Nassenheider Verdunster“, dürfte das an den von ihm verwendeten unterschiedlich hohen Ameisensäurekonzentration liegen. Generell besteht jedoch bei Langzeitapplikationen die Gefahr, dass die Bienenvölker infolge stärkerer Bruteinschränkung schwächer auswintern als nach mehreren Kurzzeitbehandlungen (BÜCHLER 2002 a) - und das, obwohl letztere auf die *Varroa*-Milbe effektiver wirken können.

Möglicherweise kann die Effektivität der Ameisensäurebehandlung auch durch die Erhöhung der Konzentration von den bisher zugelassenen 60 % auf 85 % erhöht werden – insbesondere bei kühler Witterung. Entsprechende Ergebnisse von BERG (2009) berücksichtigen jedoch nicht, dass bei höherer Konzentration und gleicher applizierter Lösungsmenge die Menge der eingebrachten Ameisensäure steigt. Insofern bleibt offen, ob die höhere Konzentration oder die damit eingebrachte höhere Wirkstoffmenge für das bessere Behandlungsergebnis ausschlaggebend ist.

Untersuchungen zur Wirkungsweise der Ameisensäure (BOLLI et al. 1993) zeigen, dass mit zunehmender Behandlungsdauer die Gefahr der Übersäuerung des Bienenkörpers besteht. Diese Gefahr steigt mit zunehmender Atemintensität, die nach den *Varroa*-Milben bei jüngsten Larven in Relation zur Körpermasse am größten ist. Zwar ließen sich weder Verätzungen noch Nekrosen feststellen, die Verminderung des Sauerstoffverbrauchs lässt jedoch Störungen des Stoffwechsels vermuten, die letztlich (mit) zum Tod führten. Die Autoren vermuten darüber hinaus neurotoxische Effekte, weil Arbeiterinnen noch vor Eintritt der Atmungshemmung unter Bewegungsstörungen litten.

Nach RADEMACHER et al. (1999) hängt die Effektivität der Ameisensäurebehandlung u.a. von der Wabenstellung ab: Bei Warmbau ist die Wirksamkeit trotz geringerer Verdunstungsmenge größer als bei Kaltbau. Das Beutenmaterial (Holz oder Schaumstoff) spielt jedoch keine Rolle. Die von LONG et al. (1997) entwickelte Methode zum Einsatz von Ameisensäure in sehr geringer Konzentration (15 %ige Ameisensäure in einer flachen Schale ergänzt durch Holzstreifen mit Majoranöl = „KombiAM“) ist in ihrer Wirkung sehr stark vom Beutentyp abhängig (BERG et al. 1998). Zu beachten ist nach LONG (1996) auch die Temperatur: je höher die Temperatur bei der Anwendung der Säure, desto höher ist ihr Wirkungsgrad – zumindest im Laborversuch.

Allerdings beschreiben PRZEWOZNY et al. (2003) beim Einbringen der Ameisensäure mittels Schwammtuch ein Aufbrausen des Volkes und fluchtartiges Verlassen der Waben. Sie führen dies auf den deutlich schnelleren Anstieg der Ameisensäurekonzentration in der Stockluft zurück als bei Anwendung des „Nassenheider Verdunstlers“. Dies ist aufgrund der erheblich größeren Verdunstungsfläche des Schwammtuches (ca. 400 cm<sup>2</sup> gegenüber max. 27 cm<sup>2</sup>) und sommerlichen Temperaturen leicht verständlich. Um diesen bereits von CHARRIÈRE et al. (1992) gemessenen schnellen Verdunstungsbeginn zu vermeiden, empfiehlt RADTKE (1996) Ameisensäureträger für Kurzzeitbehandlungen tiefgekühlt in die Völker einzubringen. Der Applikator erwärmt sich langsam, die Säure beginnt entsprechend langsam zu verdunsten, ohne dass es zu einer merklichen Aufregung im Bienenvolk kommt. Der gleiche Effekt ist bei der Anwendung der Ameisensäure in einer Gelformulierung zu erwarten. Hierbei wird mit deutlich unter 80 % jedoch eine weniger gute Wirkung auf die *Varroa*-Milben erzielt (DELLA VEDOVA und MILANI 2004).

Für die **Milchsäure**, die natürlicherweise zu bis zu 400 mg/kg im Honig zu finden ist (STOYA et al. 1988), sind bisher keine Rückstandsprobleme bekannt geworden, was auf ihre Anwendungsbedingungen zurückzuführen sein dürfte. Für die Behandlung müssen die Völker weitgehend brutfrei sein, was natürlicherweise nur im Winter zu erwarten ist. Zudem ist die Milchsäure ebenso wie die anderen organischen Säuren nicht fettlöslich. Selbst bei sommerlicher Behandlung mit einer Mischung aus L(+)- und L(-)-Milchsäure sinken die zunächst stark erhöhten Werte innerhalb von 8 Wochen auf das natürliche Niveau ab (STOYA et al. 1988). Ernährungsphysiologisch gelten jedoch auch die unmittelbar nach Behandlung gefundenen Mengen von 1.400 mg/kg als unbedenklich (STOYA et al. 1988). Aufgrund des aufwendigen Applikationsverfahrens hat Milchsäure allerdings keine weite Verbreitung erfahren. Zur Behandlung müssen die Völker auseinander genommen werden, um die auf den Waben sitzenden Bienen direkt besprühen zu können (KRAUS 1992). Eine solche Störung muten Imker ihren Völkern im Winter äußerst ungern zu. Allerdings kann zu dieser Zeit in brutfreien Völkern ein Behandlungserfolg von über 90 % erreicht werden (KRAUS 1991, 1992), während er zu anderen Jahreszeiten trotz Brutfreiheit deutlich

unsicherer ist (KLEPSCH et al. 1984). Vermutlich ist im Winter der engere und ruhigere Sitz der Bienen von Vorteil.

Parallelen zum günstigen Rückstandsverhalten der Ameisensäure deuten sich nach ersten Untersuchungsergebnissen auch bei der **Oxalsäure** an. Auch diese ist ein natürlicher Bestandteil des Honigs. WEHLING et al. (2002) fanden in Lindenhonigen natürliche Gehalte in Höhe von  $11,1 \pm 4,9$  mg/kg, in Rapshonigen  $16,6 \pm 3,8$  mg/kg, in Waldhonigen  $46,8 \pm 9,2$  mg/kg und in Heidehonigen  $60,7 \pm 3,7$  mg/kg. BOGDANOV et al. (2002) stellten in Blütenhonigen und Mischungen aus Blüten- und Waldtracht aus unbehandelten Völkern 8 – 79 mg/kg Honig fest. Nach der Sprühbehandlung im November/Dezember, die z.T. durch eine Träufelbehandlung ergänzt wurde, kam es im jeweiligen Folgejahr zu keinem Anstieg des Oxalsäuregehaltes im Vergleich zum Honig aus unbehandelten Völkern. Mit 99 % Milbenabtötung in brutfreien Völkern ist die Wirkung der Oxalsäure im Träufelverfahren (2,9-3,7 % Oxalsäure in einer 26-48 %igen Zuckerlösung) außerordentlich hoch (GREGORC und PLANINC 2001). Allerdings wird von verschiedenen Autoren auf die geringe Bienenverträglichkeit einschließlich Langzeiteffekten auf die Entwicklung der Bienenvölker hingewiesen, die sich nur durch exakte Einhaltung geprüfter Dosierungen minimieren lassen. Dabei wird insbesondere vor Mehrfachbehandlungen bzw. Behandlungen an Sommervölkern mit oder ohne Brut gewarnt (HIGES et al. 1999, LIEBIG 1999 a, BÜCHLER 2000, 2002 b, MOOSBECKHOFER 2001, RADETZKI 2002, CHARRIER et al. 2004, GREGORC und SMODIS SKERL 2007). Zudem sollte aufgrund des erhöhten gesundheitlichen Risikos für den Anwender (LIEBIG 1999 a, RADETZKI 2001, GREINÖCKER 2002, LINIGER 2004) insbesondere auf das Sprühen und Verdampfen zugunsten des derzeit in Deutschland einzig zulässigen Träufelns verzichtet werden.

#### 1.2.4. Einsatz pflanzlicher Drogen

Untersuchungen zur Wirkung pflanzlicher Drogen, wie z.B. Kapuzinerkresse, Niemöl, Tabak und Wurmfarne, erfüllten bisher nicht die in sie gesteckten Erwartungen und zeigten unter Versuchsbedingungen keine oder nur eine sehr geringe Wirkung (RADEMACHER 1983, WITHERELL und WILLIAM 1990, NICKEL 2000, RADTKE 2000, HAMPEL 2001, SCHENK et al. 2001, SCHUSTER und BOSCH 2001). Einzig mit **Thymol**-Präparaten, deren Wirkstoff natürlicherweise für Linden-Honig typisch ist (PIASENZOTTO 2002), können derzeit unter praktischen Bedingungen gute aber nicht immer sichere Ergebnisse erzielt werden (IMDORF et al. 1994, IMDORF et al. 1995, MOOSBECKHOFER 1999 c, RADEMACHER und RADTKE 2001). Zudem kann es auch in diesem Fall insbesondere bei der Langzeitapplikation mittels Thymolrähmchen zu deutlich erhöhten Thymolwerten im Honig kommen (BOGDANOV et al. 2003). Bei Anwendung von für die Varroabekämpfung

zugelassenen Präparaten gemäß Gebrauchsvorschrift bleiben die Rückstandswerte jedoch unterhalb der Geschmacksgrenze von 1,1 bis 1,6 mg/kg und damit tolerierbar (BOGDANOV et al. 1998 a, IMDORF et al. 1999, WALLNER 2006). Unerwünschte Wechselwirkungen mit einer unmittelbar vorausgehenden Ameisensäurebehandlung konnten BERG und SCHÜRZINGER (2008) nicht beobachten. Aufgrund ihrer guten Wirkung und Bienenverträglichkeit könnten künftig auch Kampfer und Menthol interessant werden (IMDORF et al. 1995). Letzteres ätherisches Öl hat den Vorteil, auch gegen die Tracheenmilbe *Acarpis woodi* Rennie wirksam zu sein (NELSON et al. 1993), während Thymol auf den Erreger der Kalkbrut *Ascospaera apis* hemmend wirkt (COLIN et al. 1989).

### **1.2.5. Einsatz physikalischer Methoden**

Alternativ zur chemischen Bekämpfung von *Varroa destructor* mit ihren Rückstands- und Resistenzgefahren bietet sich an, physikalische Bekämpfungsverfahren zu entwickeln, bei denen Nebenwirkungen weniger wahrscheinlich sind. Drei unterschiedliche Verfahrensweisen wurden bisher angewendet: Bestäuben der Bienen mit Puderzucker, Einsatz ionisierender Strahlung und Wärmebehandlung:

Um den *Varroa*-Milben den sicheren Halt auf den adulten Bienen zu nehmen, bepuderte FAKHIMZADEH (2001) im Labor Bienenproben von jeweils 49 bis 107 Arbeiterinnen mit 5 g (!) Puderzucker, welcher eine Partikelgröße von 25-40 µm aufwies. Weil der Puderzucker die Haftläppchen der Milben verklebte, fielen 91 % der ansitzenden *Varroa*-Weibchen von den Bienen. Der Nachweis für einen ähnlichen Erfolg unter Praxisbedingungen steht jedoch aus, zumal der Puderzucker nicht auf Milben in den verdeckelten Brutzellen wirken kann. Für ein brutfreies Bienenvolk mit ca. 20.000 Bienen wären entsprechend den genannten Angaben 1 bis 2 kg Puderzucker nötig. Dies offenbar nicht berücksichtigend bestreuten ELLIS et al. (2009 a) Bienenvölker 11 Monate lang im 2wöchigen Rhythmus mit je 120 g Puderzucker und fanden weder einen Einfluss auf die Bienenvölker noch auf deren *Varroa*-Population.

Ionisierende Strahlung erwies sich als nicht brauchbar, weil die allein zur Sterilisation der *Varroa*-Weibchen erforderliche Strahlungs-dosis um ein vielfaches über der LD50 für Honigbienen liegt (HÜBNER et al. 1989).

Wärmebehandlungsverfahren (Hyperthermie), auch in Kombination mit Wintergrünöl, (HOPPE und RITTER 1986, HOPPE und RITTER 1989, ROSENKRANZ 1987, MORGSTÄDT 1991, ENGELS und ROSENKRANZ 1992, 1993) konnten sich dagegen aufgrund des mit ihnen verbundenen hohen technischen und zeitlichen Aufwandes, zuweilen auch mit einer geringen Wirksamkeit verbunden (MARIËN 1995), bisher nicht durchsetzen.

Weitere Probleme sind durch den sehr engen Temperaturbereich, in dem der Einsatz sinnvoll ist sowie durch die Thermoregulation des Bienenvolkes gegeben (HOPPE und RITTER 1986, APPEL und BÜCHLER 1991, ENGELS und ROSENKRANZ 1992): Erst ab 38 °C werden die *Varroa*-Milben in ihrer Vitalität beeinträchtigt und bei weiterem Temperaturanstieg getötet. Aber bereits ab 44 °C wird die Bienenbrut geschädigt. Die Bienen kühlen ihren Stock entsprechend intensiv, weshalb ENGELS und ROSENKRANZ (1992, 1993) nur die bienenfreien Brutwaben thermisch behandeln, um sie anschließend dem Bienenvolk zurückzugeben.

### 1.2.6. Einsatz biologischer Methoden

Neben o.g. Methoden stehen Untersuchungen zu Möglichkeiten der biologischen *Varroa*-Bekämpfung mittels natürlicher Gegenspieler erst am Anfang. Zwar konnten krankhafte Symptome festgestellt und virusartige Partikel in den entsprechenden Milben gefunden werden, es gelang jedoch nicht, diese näher zu spezifizieren und gezielte Infektionen vorzunehmen (KLEESPIES et al. 1994, RADTKE et al. 1994, RADTKE et al. 1999 c, KLEESPIES et al. 2000, ZHANG et al. 2006).

ANTONJAN (1985) führte Untersuchungen mit einem *Bacillus thuringiensis*-Präparat (Thuringin-1) durch und musste neben einer guten Milbenabtötung auch eine hohe letale Wirkung auf die Bienen feststellen. Offenbar wurde aber nur mit einem einzigen *B. thuringiensis*-Typ gearbeitet. Vielversprechend sind die Untersuchungen von KANGA et al. (2003) mit dem Pilz *Metarhizium anisopliae*, der eine hohe letale Wirkung auf adulte *Varroa*-Weibchen zeigte, ohne Honigbienen und ihre Entwicklungsstadien zu schädigen. Auch SHAW et al. (2002) konnten diesen Pilz neben anderen als wirksames Pathogen gegen *V. destructor* identifizieren. STRUCK et al. (2005) gewannen Pilzisolat milbenpathogener Pilzfamilien aus Bienenvölkern mit überwiegend geringem *V. destructor*-Befall. Aber nicht nur Pilze kommen für biologische Therapeutika in Betracht. So gelten neben den o.g. Viren auch Raub-Milben, Protozoen, Bakterien und Rickettsien als erfolgversprechend (CHANDLER et al. 2001). Ein Therapeutikum auf der Basis eines der vorgenannten Organismen ist trotz vielversprechender Ansätze noch nicht in Sicht.

Aus Erfahrungen in verschiedenen Bereichen der Schädlingsbekämpfung scheint es nahe liegend, *Varroa*-Weibchen in Fallen zu locken und zu vernichten. Bisher ist jedoch nicht klar, was die Milben wirklich veranlasst, von den Arbeiterinnen abzusteigen und verdeckelungsreife Brutzellen aufzusuchen. Offenbar müssen hier mehrere ganz unterschiedliche Faktoren zusammenpassen (DILLIER 2004, AUMEIER 2006), zu denen auch die Larvennahrung gehört (NAZZI et al. 2001, NAZZI et al. 2004). Zudem ist es

unwahrscheinlich, dass die Milben ungeschützt aktiv größere Entfernungen im Bienenstock zurücklegen, weil sie sich dann der Gefahr aussetzen würden, von Arbeiterinnen ergriffen und aus dem Stock geschafft zu werden. Zumindest konnten BEETSMA et al. (1999) dies niemals in ihren Untersuchungen zum Eindringverhalten in die Brutzellen beobachten. Stattdessen stiegen die Milbenweibchen immer unmittelbar an einer geeigneten Brutzelle ab, um direkt hinein zu gelangen. Dies deckt sich mit Untersuchungen von AL-GHZAWI (1992 b), der feststellte, dass Rezeptorwaben in unterschiedlicher Entfernung zur Donorwabe gleich stark mit den daraus schlüpfenden *Varroa*-Milben befallen werden. Mit zunehmendem Abstand zwischen Milbe und Bienenlarve verliert letztere zudem an Attraktivität für reproduktionsbereite *Varroa*-Weibchen (AL-GHZAWI 1992 a). Aus diesen Gründen und eigenen Erfahrungen bestreitet BÜTTNER (1993) die Wirksamkeit von „Heinrichs Zwischenboden“. Hierbei handelt es sich um eine Kombination drei übereinander liegender Gitter, von denen die zwei äußeren nur von den Milben passiert werden können und das mittlere auch diese nicht hindurchlässt. Durch Herausziehen dieses Gitters könne man die aus dem Honigraum mit dem umgehängten Brutnest in den weiselrichtigen Brutraum mit ausschließlich offener Brut strebenden *Varroa*-Weibchen entfernen (SCHMIDT 1993).

### **1.3. Indirekte Verfahren zur Bekämpfung von *Varroa destructor* und ihre Probleme**

#### **1.3.0. Überblick**

Indirekte Verfahren zur Bekämpfung der ektoparasitären Bienenmilbe *Varroa destructor* beziehen sich nicht auf den Parasiten sondern dessen Wirt. Sie zielen auf die Stärkung der Widerstandskraft der Bienenvölker und/oder die Hemmung des Populationswachstums der *Varroa*-Milben. Hierzu zählen insbesondere die Betriebsweise, also das Management der Bienenvölker, die Zucht auf *Varroa*-Resistenz, die Wahl des Standortes mit optimalen Klima- und Trachtbedingungen und eine Beutenkonstruktion die einerseits o.g. Ziel entspricht und andererseits erforderliche direkte Bekämpfungsmaßnahmen effektiv ermöglicht. Zudem stellt sich die Frage, ob die vom Imker beeinflusste bzw. beeinflussbare Form und Größe der Brutzellen oder deren Position im Bienenvolk einen Einfluss auf die *Varroa*-Milbenpopulation hat. Dies soll in den nachfolgenden Abschnitten näher betrachtet werden.

#### **1.3.1. Biotechnische Verfahren / Management der Bienenvölker (Betriebsweise)**

Schon frühzeitig zu Beginn der Entwicklung von Bekämpfungsverfahren gegen die *Varroa*-Milbe kommen RUTTNER und KOENIGER (1979) zu dem Schluss, dass die Kombination

biologischer (i.S. biotechnischer) und chemischer Verfahren eine effektive Bekämpfungsstrategie darstellen könnte. KOENIGER und SCHULZ (1980) zeigen, dass es experimentell tatsächlich möglich ist, Bienenvölker von sämtlichen *Varroae* zu befreien, wenn man die verdeckelte Brut den Bienenvölker entnimmt, sie im Brutschrank schlüpfen lässt und die geschlüpften Arbeitsbienen nach Entfernen der Milben in ihr Volk zurückgibt.

Auf dieser Erkenntnis basierend haben sich verschiedene biotechnische Verfahren zur indirekten *Varroa*-Bekämpfung etabliert, bei denen in unterschiedlichen Varianten verdeckelte Brutwaben aus den Bienenvölkern entnommen werden, in denen sich die Milben vorwiegend aufhalten oder bei denen in umgekehrter Weise die Bienen von ihrer Brut getrennt werden:

- das Bannwabenverfahren (Ruttner et al. 1980, MAUL et al. 1988, LIEBIG 1990, RADEMACHER 1990),
- das Fangwabenverfahren (Ritter 1994, 1998 b, ULLMANN und WÜRKNER 1991, 1992, SCHMIDT-BAILEY und FUCHS 1997),
- das Ausschneiden der Drohnenbrut (SCHULZ et al. 1983, ROSENKRANZ und ENGELS 1985, ROSENKRANZ 1985, 1998, RADEMACHER 1990, CHARRIER et al. 2003, RADTKE und NEUBERGER 2008),
- komplette Entnahme der verdeckelten Brut (KOENIGER und SCHULZ 1980, RADTKE 1996, 1999 a, SCHUSTER 2004, BÜCHLER 2009),
- das Kunstschwarmverfahren (DUSTMANN et al. 1998, LAMPEITL 2006) und
- die Bildung von Sauglingen (LIEBHARDT 2003) bzw. Treiblingen (PRAAGH 2006).

Da sich die *Varroa*-Milben, wie unter 1.1.2. gezeigt, vom Frühjahr bis zum Herbst zwecks Fortpflanzung überwiegend in der verdeckelten Brut aufhalten, kann die Entfernung der Brut als Möglichkeit zur Reduktion der Milbenzahl genutzt werden.

Beim **Bannwabenverfahren** (RUTTNER et al. 1980, MAUL et al. 1988, LIEBIG 1990, RADEMACHER 1990), wird die Königin für mehrere Wochen mittels Wabentasche auf eine wöchentlich zu wechselnde Wabe „gebannt“. So werden die *Varroa*-Milben in der wenigen Brut konzentriert und der Vernichtung im Wachsschmelzer zugeführt. Dabei wird zwar eine hohe Wirksamkeit erreicht, der dabei zu erwartende Arbeitsaufwand scheint jedoch ein Hemnis für die breite Anwendung zu sein.

RITTER (1994, 1998 b) beschreibt ein **Fangwabenverfahren im Zwischenableger**, bei dem er mit der Königin des Volkes einen kleinen Zwischenableger zum Erzeugen offener Brutwaben bildet und selbige in wöchentlichem Rhythmus dem weisellosen Volkseil gibt, um darin die Milben zum Einschmelzen zu konzentrieren. Leider macht er weder konkrete Angaben zum Effekt auf die Milbenpopulation noch auf die Leistungsfähigkeit der

Bienenvölker. Dagegen verwenden ULLMANN und WÜRKNER (1991, 1992) Fangwaben in völlig brutlos gemachten Völkern. Aber auch hier sind die Angaben zu den Ergebnissen sehr dürftig, offenbaren jedoch mit einem Jahresertrag von ca. 20 kg Honig/Volk eine eher mäßige Leistung der verwendeten Bienenvölker. SCHMIDT-BAILEY und FUCHS (1997) setzen **Drohnenbrutfangwaben** in Form verdeckelungsreifer Wabenstücke in neu erstellte Begattungskästchen ein und erreichen in Abhängigkeit vom Zeitraum zwischen Brutfreiheit der Völkchen und Einsetzen der Köder eine mittlere Fangquote von 58 % (3 Tage) bis 93 % (24 Tage). Dies ist offenbar dadurch bedingt, dass Tochtermilben nach AL-GHZAWI (1992 b) eine längere phoretische Phase durchmachen. Offen bleibt jedoch in den Untersuchungen ob die gleichen Ergebnisse nicht auch mit Arbeiterinnebrut als Fangwabe zu erzielen sind, was leichter durchführbar sein dürfte, und wie sich eine so lange brutfreie Phase auf die Entwicklung von Bienenvölkern auswirkt.

Das **Ausschneiden der Drohnenbrut** ist ein etabliertes Verfahren, bei dem mehrmals vom Frühjahr bis zum Sommer verdeckelte Drohnenwaben aus dem Bienenvolk entnommen werden. Das Verfahren fußt auf der Erkenntnis, dass *Varroa*-Milben in Drohnenzellen häufiger vorkommen als in Arbeiterinnenzellen. Mit dem Entfernen der Drohnenbrut wird also auch ein Teil der Milbenpopulation abgeschöpft. Der Wirkungsgrad dieser Verfahren wird sehr unterschiedlich bewertet. Er kann lediglich 10 % betragen (RADEMACHER 1990). Dagegen berichten CHARRIER et al. (2003) aus Versuchen in der Schweiz, dass der *Varroa*-Befall allein durch das intensive Ausschneiden der Drohnenbrut um 47 - 73 % reduziert werden kann. Dieser deutlich höhere Effekt wurde an Bienenvölkern erzielt, von denen unter den schweizerischen Trachtbedingungen weniger als 10 kg Honig/Volk geerntet wurden. Nach RADTKE und NEUBERGER (2008) ist bei guten Trachtbedingungen, wie sie in Deutschland üblich sind, sogar ein mittlerer Wirkungsgrad von 85 % möglich. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass entsprechend den Untersuchungen von ROSENKRANZ (1985) sowie ROSENKRANZ und ENGELS (1985) die Drohnenbrut im unmittelbaren Brutnestbereich aufgezogen und die Drohnenwaben infolge Ausschneidens immer wieder neu ausgebaut werden (ROSENKRANZ 1998). Dadurch halten sich mehr Pflege- und Baubienen an der Drohnenbrut auf, von denen die Milben unmittelbar an einer ihnen zusagenden Zelle absteigen können. Der von BEETSMA et al. (1999) gefundene Effekt, dass gekürzte Zellen für die *Varroa*-Weibchen über einen längeren Zeitraum attraktiv sind, dürfte gleichermaßen auch auf noch nicht voll ausgebaute Zellen zutreffen. In beiden Fällen müssen hier neben Ammenbienen auch Baubienen aktiv werden.

Dass RADEMACHER (1990) und SCHULZ et al. (1983) einen Wirkungsgrad von 10 % angeben bzw. zum Ergebnis kommen, dass ein deutlicher Effekt nur bei einem äußerst geringen Anfangsbefall zustande komme, nicht aber bei einer Startpopulation von mehreren hundert Milbenweibchen, ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass sie o.g. Bedingungen,

unter denen die Drohnenbrut stark parasitiert wird, nicht berücksichtigt haben. Selbiges ist für RITTER et al. (1984 a) zu vermuten, die sogar entgegen ihren Erkenntnissen aus Japan (RITTER et al. 1981) zu dem Schluss kamen, dass das Ausschneiden verdeckelter Drohnenbrut unter hiesigen Bedingungen nicht für die Praxis empfehlenswert sei, da sie im Herbst keinen signifikanten Unterschied zum Befall von Völkern feststellten, denen sie keine verdeckelte Drohnenbrut entnommen hatten. Sie fanden sogar im Gegensatz zu den späteren Untersuchungen von ROSENKRANZ (1985) sowie ROSENKRANZ und ENGELS (1985), dass die Drohnenbrut am stärksten befallen sei, wenn sie vom Brutnest möglichst weit entfernt war. Allerdings machen sie zur Methodik und zu den erhobenen Daten keine näheren Angaben. Deshalb erscheint es zunächst wahrscheinlicher, dass RITTER et al. (1984) statt des geplanten einen anderen Effekt gemessen haben, der sich mit Laborergebnissen von FREMUTH (1985) deckt. Selbiger fand, dass die Reproduktionsrate in separierten, kühleren Bereichen steigt. Dies wird jedoch von BIENEFELD et al. (1995) nicht bestätigt, da die Bruttemperatur in exponierten Bereichen des Bienenvolkes stärkeren Schwankungen unterliegt, die der Milbenreproduktion abträglich ist. Allerdings fanden sie ebenso wie RITTER et al. (1984 a), dass die oberhalb und damit außerhalb des eigentlichen Brutnestes eingesetzte Brut am stärksten befallen war.

Die unterschiedlichen Untersuchungsergebnisse zur Parasitierung der Drohnenbrut und zum Effekt ihres Entfernens zeigen, dass deren Position in Bezug auf das Brutnest von wesentlicher Bedeutung sein dürfte. Während oberhalb des Brutnestes positionierte Drohnenbrut ebenso wie jene im Brutnestbereich für die *Varroa*-Weibchen attraktiv zu sein scheint, trifft das für Drohnenbrut, die sich seitlich außerhalb des Brutnestes befindet, offenbar nicht zu.

Ob die Entnahme von Drohnenbrut zur Selektion von Milben führt, die Arbeiterinnenbrut bevorzugen, ist derzeit umstritten. Einerseits wird argumentiert, dass durch die Entnahme verdeckelter Drohnenbrut einseitig immer genau die Milben entfernt und getötet werden, die dem Volk zum aktuellen Zeitpunkt am wenigsten Schaden zufügen. Dagegen können sich die Milben, die Arbeiterinnenbrut parasitieren, ungestört vermehren, was zu einer einseitig gerichteten Selektion führt. Daraus resultieren möglicherweise *Varroa*-Milben, die eine Bevorzugung der Arbeiterinnenbrut vererben und langfristig größere Schäden verursachen. Andererseits sprechen die im Abschnitt 1.1.2. beschriebenen Verhaltensweisen der Milbe, die zur Parasitierung einer bestimmten Zelle führen, gegen eine Selektion solcher Milben, die Arbeiterinnenbrut präferieren. Dennoch sollte in Zukunft geprüft werden, ob das Ausschneiden von Drohnenbrut wirklich eine unerwünschte Selektion begünstigt.

Bereits 1992 wurde ein Verfahren zur integrierten *Varroa*-Bekämpfung auf der Basis der **vollständigen Entnahme verdeckelter Arbeiterinnenbrut** entwickelt und bis 1998

erfolgreich auf einem Bienenstand mit Hinterbehandlungsbeuten im Normalmaß ("Normbeute `52", Schlittenbetrieb) getestet (RADTKE 1996, RADTKE 1999 a). Kernpunkte dieses Verfahrens sind:

- einmalige vollständige Entnahme der verdeckelten Brut mit ansitzenden Bienen zu Beginn der Schwarmzeit inklusive Rückflugmöglichkeit für die Trachtbienen (Sanierung der Wirtschaftsvölker),
- Behandlung der aus der Brut gebildeten Ableger mit Ameisensäure (Schockbehandlung), sobald diese brutfrei sind (Sanierung der Jungvölker),
- abschließende Herbstbehandlung mit Ameisensäure-Schockbehandlung im Bedarfsfall.

Nach den bisherigen Erfahrungen ließ sich das Verfahren wie folgt beurteilen (RADTKE 1996, RADTKE 1999 a):

- Reduktion der Rückstandsgefahr für die Bienenprodukte auf ein Minimum, da ausschließlich Ameisensäure mittels Schockbehandlung in geringer Menge (40 ml pro Volk und Jahr) zum Einsatz gelangt,
- keine Gefahr hinsichtlich Resistenz der Milben gegenüber *Varroa*-Bekämpfungsmitteln,
- gesunde, leistungsfähige Winterbienen durch frühzeitige Reduktion der Milbenpopulation,
- keine oder nur geringe Probleme mit dem Schwarmtrieb,
- ausreichend Jungvölker zur Verjüngung des Völkerbestandes,
- volle Leistungsentfaltung der jungen Weiseln bereits im 1. Jahr (Vorprüfung),
- weitgehende Integration der *Varroa*-Bekämpfung in den imkerlichen Arbeitsablauf bei extensiver Bewirtschaftung der Völker.

Daher konnte und kann mit einer hohen Akzeptanz des Verfahrens bei den Imkern gerechnet werden.

Die Ergebnisse sprachen für einen guten Erfolg der einmaligen kompletten Entnahme der verdeckelten Brut unter den dort gegebenen Bedingungen (Beute, Tracht, Betriebsweise). Weil Kontrollvölker fehlten, konnten trotz sehr guter Honigernten und stabilen Verlaufes der *Varroa*-Entwicklung unterhalb der Schadschwelle weder Aussagen zum Effekt des Verfahrens auf den Honigertrag noch zum Effekt der einzelnen Verfahrensschritte auf die *Varroa*-Population getroffen werden. Ebenso fehlen Erfahrungen hinsichtlich verschiedener Beutentypen und Trachtbedingungen. Um sowohl das Verfahren allgemein empfehlen und nötigenfalls Korrekturen vornehmen zu können als auch eine ausreichende Akzeptanz in der Imkerschaft zu sichern, sind Untersuchungen sowohl unter kontrollierten Bedingungen wie auch unter Praxisbedingungen in verschiedenen Imkereien unterschiedlicher Regionen erforderlich.

Diese Untersuchungen sind auch deshalb notwendig, weil SCHUSTER (2004) darlegt, dass Völker, denen Anfang August die gesamte verdeckelte Brut entnommen wird, signifikant schwächer auswintern als die nicht geschröpfte Kontrolle und nach BÜCHLER (2009) bei einer früher erfolgenden Schröpfung der Honigertrag deutlich leide. Inwieweit sie den Milbenbefall verringern konnten, darauf gehen beide Autoren nicht ein.

Eine völlig andere Richtung beschreiten DUSTMANN et al. (1998), LAMPEITL (2006), LIEBHARDT (2003) und PRAAGH (2006) mit der **Bildung von Kuntschwärmen, Sauglingen und Treiblingen**. In allen Fällen werden den Völkern Bienen entnommen, um mit jungen begatteten Königinnen Jungvölker zu erstellen. Während die Bienen für die Kuntschwarmbildung (DUSTMANN et al. 1998, LAMPEITL 2006) von den Waben entsprechend starker Völker in eine neue Beute abgefegt oder abgeblasen werden, nutzt LIEBHARDT (2003) den Pflgetrieb der Jungbienen, um sie mittels offener Brut in eine aufgesetzte Zarge zu saugen, während PRAAGH (2006) selbige durch das Einblasen von Rauch dorthin treibt und anschließend separiert. Zwar entstehen auf diese Weise milbenarme Jungvölker. Jedoch wird vernachlässigt bzw. in Kauf genommen, dass die Milbenkonzentration in den Muttervölkern sprunghaft ansteigt und diese oft irreversibel schädigt. Zudem können durch solche Völker massenhaft *Varroa*-Milben in die Umgebung verbreitet werden – insbesondere dann, wenn sie zur Nutzung später Massentrachten wie Wald, Sonnenblume und Heide eingesetzt werden. In diesen Trachten ist allgemein eine hohe Völkerkonzentration zu verzeichnen, die einen hohen Milbenaustausch durch Verflug und Räuberei in den geschwächten Völkern begünstigt. Und tatsächlich lösen die Autoren die Altvölker überwiegend zum Saisonende auf, so dass sie für eine weitere Nutzung verloren sind. Für viele Freizeitimker ist eine solche Verfahrensweise schon deshalb schwer praktikabel, weil zum richtigen Zeitpunkt für jeden Kuntschwarm, Saugling oder Treibling eine begattete Königin zur Verfügung stehen muss, andernfalls fliegen sich die Einheiten bald ab. GEKELER (1998) lehnt die Bildung von Kuntschwärmen während der Schwarmzeit noch aus einem anderen Grund ab, der zu prüfen ist: Er sieht durch Entzug vieler Bienen die Nutzung anstehender Trachten in Gefahr. Durch die Entnahme von Brut werde dagegen Platz geschaffen, was auf die Völker stimulierend wirke. Und mit der Brut entnehme der Imker den Völkern auch eine beträchtliche Milbenzahl. Zudem: Bei einem Kuntschwarm sind die Bienen im Gegensatz zu einem Naturschwarm nicht auf die (plötzliche) Unterbrechung der Brutpflege eingestellt. Ihre Lebensdauer verkürzt sich (PERSCHIL und RITTER 1984).

### **1.3.2. Änderung von Form, Größe und Position der Brutzellen**

Ein völlig anderer Ansatz als mit der Anpassung des Managements der Bienenvölker wird mit Manipulationen an den Brutzellen verfolgt. Hierbei wird einerseits von der Überlegung

ausgegangen, dass sich die Zellen verschiedener Bienenrassen unterscheiden und sich die *Varroa*-Milben auf den verschiedenen Bienenrassen unterschiedlich stark vermehren. Andererseits brauchen, so wird unterstellt, die *Varroa destructor*-Weibchen samt ihrer Nachkommenschaft einen definierten Lebensraum zwischen Bienenpuppe und Zellwand. Schließlich ist dieser streng nach Futter-, Kot- und Aufenthaltsplatz strukturiert, um die Orientierung zu erleichtern. Zudem wird in der heutigen Bienenhaltung die Zellgröße den Bienen mittels vorgeprägter Wachsplatten abweichend von den natürlichen Verhältnissen vorgegeben.

Entsprechend wurde die Schmidt'sche Kunststoff- bzw. die spätere ANP-Wabe entwickelt (ANP = Fa. Apis Nova Products, Göppingen). Hierbei handelt es sich um Kunststoffwaben mit **erweitertem Zellengrund**. Die Zellenform soll die Reproduktion der *Varroa*-Milben nachhaltig hemmen. Hierfür sind nach IFANTIDIS (1992) zwei Ursachen denkbar: Einerseits wird der seitens der wachsenden Larve auf den Zellboden ausgeübte Druck erst später als normal aufgebaut, weshalb dieses Versteck für die *Varroa*-Weibchen unattraktiv bleibt und so bis zur Verdeckelung nur noch wenig Zeit zur Parasierung lässt. Andererseits werden die Larven mit mehr Futtersaft versorgt, als sie benötigen, so dass die eingedrungenen Milben nicht wie sonst mit dem Verzehr des Futterrestes befreit werden. Die Schmidt'sche Kunststoff-Wabe ist Kernbestandteil des TRI-BIO-Systems (STRAUCH 1992 a, b, c). Unabhängig von der Fragestellung, ob Kunststoffwaben aus der Sicht der Imagepflege für naturreinen Bienenhonig in ein Bienenvolk gehören, sind die Prüfungen der Schmidt'schen Kunststoff- bzw. der späteren ANP-Wabe sowohl hinsichtlich ihrer konsequenten Durchführung als auch hinsichtlich der Ergebnisse unbefriedigend verlaufen (LIEBIG und NAGLITSCH 1986, MAUTZ 1992). Letzteres ist nicht verwunderlich. Selbst wenn die o.g. Effekte zunächst auftreten, dürften sie nach mehrfacher Bebrütung verschwinden, weil nach BUCHNER (1959) die Nymphenhäutchen am Zellboden lockerer aufeinander liegen als an der Zellwand und deshalb ersterer stärker eingeengt wird. Nach jahrelanger Anwendung lehnt nunmehr auch STRAUCH (2002) sowohl das TRI-BIO-System als auch deren Wabe mangels erkennbarer Wirkung ab.

Offen ist derzeit die Frage, inwieweit die **Zellgröße** einen Einfluss auf die Populationsdynamik, insbesondere die Reproduktionsrate ausübt. MESSAGE und CONCALVES (1995) fanden bei gleichzeitigem Angebot leerer Waben mit kleinen und mit großen Zellen aus Völkern Afrikanisierter (*A. m. scutellata* –Hybriden) bzw. Italienerbienen (*A. m. ligustica*), dass letztere in Italiener-Völkern häufiger befallen wurden. Die Autoren vermuten als Ursache die häufigere Fütterung der in größeren Zellen auch zu signifikant größeren Bienen heranwachsenden Larven und damit mehr Möglichkeiten für die Milben, hier abzustiegen. Auf den Anteil von Zellen mit (weiblichen) Milben-Nachkommen hatte die Zellgröße keinen Einfluss. Letzteres steht im Widerspruch zu Untersuchungen von NAZZI

---

und MILANI (1995) an künstlichen Gelatine- und Wachs-Zellen mit einem Durchmesser von 5,8 bis 7 mm, in denen die Reproduktionsrate in den kleinsten Zellen am höchsten war. Allerdings stellten MARTIN und KRYGER (2002) in Südafrika fest, dass die Sterblichkeit der zur Begattung der jungen *Varroa*-Weibchen dringend notwendigen Männchen von 28 auf 48 % ansteigt, wenn in Brutzellen von *Apis mellifera scutellata* die um 8 % größeren *A. m. capensis* Arbeiterinnen aufgezogen werden. In den Drohnenzellen von *Apis cerana*, dem ursprünglichen Wirt von *Varroa destructor*, sterben dagegen nur 1-2 % der männlichen Nachkommen (MARTIN und KRYGER 2002). Hier weisen die Zellen den größten seitlichen Zwischenraum zwischen Zellwand und Puppe innerhalb aller *Apis*-Zelltypen auf (MARTIN und KRYGER 2002). Zuvor hatte bereits FRIES (1994) Unterschiede hinsichtlich der Anzahl männlicher und weiblicher Nachkommen in unterschiedlich großen Zellen festgestellt, ohne entsprechende Beziehungen anzugeben. Er hatte Wachs-Mittelwände mit 640 bis 900 Zellen pro dm<sup>2</sup> verwendet. Die von ihm beobachtete Dauer der verdeckelten Brutphase betrug dagegen unabhängig von der Zellgröße einheitlich 283 Stunden. Beim Vergleich von Kunstschwärmen, die auf unberüteten und bebrüteten Waben eingeschlagen wurden, stellte RINGEL (2002) zwar keinen Einfluss auf die Volksentwicklung fest, beschreibt jedoch, dass der *Varroa*-Befall der Jungwabenvölker im Herbst doppelt so hoch war wie der in den Altwabenvölkern. Nun sind Zellen mehrfach bebrüteter Waben infolge der bei wiederholten Puppenhäutungen zurückgebliebenen Nymphenhäutchen enger als unbebrütete Zellen (BUCHNER 1959). Dass der geringere *Varroa*-Befall der Altwabenvölker jedoch im Zusammenhang mit der sich verringernden Zellweite und einem daraus resultierenden geringeren Abstand zwischen Puppe und Zellwand besteht, muss bezweifelt werden. Nach BUCHNER (1959) verringert sich das Gewicht der Puppen bzw. Bienen, die in mehrfach bebrüteten Waben aufgezogen werden, um ein Mehrfaches gegenüber der Verengung des Zelldurchmessers, was er auf die deutliche Verkürzung der Zellenlänge aufgrund der am Zellboden sehr locker gestapelten Nymphenhäutchen zurückführt. Vorzeitig am Zellrand angekommen, werden die Larven ebenso vorzeitig und damit unterernährt von den Arbeiterinnen verdeckelt. Dies lässt vielmehr vermuten, dass die oben erwähnte von RINGEL (2002) beschriebene Beobachtung einer höheren *Varroa*-Vermehrung in Jungwabenvölkern nur indirekt auf die Zellgröße, stattdessen vielmehr auf die bessere Nahrungsversorgung der größeren Puppen gegenüber Altwabenvölkern zurückzuführen ist. Die Verkleinerung des Zelldurchmessers hat jedoch nur dann Sinn, wenn die Verringerung der Reproduktionsrate von *Varroa destructor* ohne negativen Einfluss auf die Vitalität ihrer Wirtspuppen bleibt. Dies scheint jedoch nach den Ergebnissen von MC MULLAN und BROWN (2006) nicht der Fall zu sein. Sie verkleinerten den Zelldurchmesser von 5,5 mm bei den aktuell in England und Irland verwendeten Mittelwänden auf das ihrer Ansicht nach bei *A. m. mellifera* natürliche Maß von 5,0 mm. Damit erzielten sie zwar einen geringeren Abstand zwischen Thorax und Zellwand, das Puppengewicht ging jedoch im gleichen Verhältnis wie der

Zelldurchmesser zurück. Somit wird der Zwischenraum zwischen Puppe und Zellwand nur in einem Abschnitt verringert, der den Milben weder als Saug- noch als Kotplatz dient.

Untersuchungen, die einen klaren Zusammenhang zwischen Zellgröße bzw. Zellform, Reproduktionsrate von *Varroa destructor* und Vitalität von *Apis mellifera*-Arbeiterinnen belegen, stehen ebenso aus wie adäquate Langzeitstudien zum Einfluss der Zellgröße bzw. Zellform auf die Populationsentwicklung von *V. destructor* und die Vitalität der Bienenvölker. In einer ersten, auf diese Zielsetzung ausgerichteten Untersuchung, gelang es ELLIS et al. (2009 b) nicht, den Nutzen von Zellen mit kleinerem Durchmesser für die Minimierung des Wachstums der *Varroa*-Population in Bienenvölkern nachzuweisen.

Schlagzeilen machte die Rundwaben- bzw. Drehrahmen-Beute des ungarischen Imkers Lajos Konya. Durch die Änderung der **Position der Brutzellen** mittels regelmäßigem Drehen der runden Brutraum-Waben um 180 ° im 12-Stunden-Takt sollte eine erfolgreiche Reproduktion der Milben unterbunden werden (BURMEISTER 2003). Nach Untersuchungen von AUMEIER und LIEBIG (2005) sowie AUMEIER et al. (2006) mit negativem Ergebnis wurde es wieder still um diese Erfindung.

### 1.3.3. Beutenkonstruktion

*Apis mellifera* - Bienenvölker nutzen als Höhlenbrüter natürlicherweise vorhandene Baum- und Felshöhlen. Ihre Behausungen müssen nicht nur Schutz vor natürlichen Räubern bieten, sondern auch ausreichend groß und trocken sein. Aus letztgenanntem Grunde und um die Wanderung der Bienenvölker zu erleichtern, werden Magazinbeuten heute oft mit einem Drahtgitterboden versehen, der eine optimale Belüftung ermöglicht. Durch dieses Gitter fallen aus bislang unbekanntem Gründen lebens- und fortpflanzungsfähige *Varroa*-Milben, die dann nicht mehr in das Volk zurückkehren können. Daraus resultiert eine Reduktion des Milbenbefalls der Bienenvölker (RADTKE 1990, PETTIS und SHIMANUKI 1999).

### 1.3.4. Standortwahl

Wie wirken sich Standortfaktoren wie Mikroklima und Nahrungsversorgung der Bienenvölker auf das Parasit-Wirt-Verhältnis aus?

Nach TITOW et al. (1989) ist der Milbenbefall der im Sommer vollsonnig aufgestellten Völker gegenüber schattig stehenden um ca. 10 % vermindert – ein geringer Wert angesichts der von RENZ und ROSENKRANZ (2002) beschriebenen möglichen Verdoppelung des

Milbenzahl eine Bienenvolkes innerhalb von drei Wochen. Wenn darüber hinaus auch dem Ziel eines geringen Wassergehaltes im Honig mit vollsonnigen Standorten am besten entsprochen wird, so ist dort ein deutlich erhöhter Schwarmtrieb der Bienenvölker zu beobachten, weshalb sich unter Praxisbedingungen halbschattige Standorte besser bewähren (RADTKE et al. 2005).

Wenn die Außentemperatur entscheidend wäre, könnte man annehmen, dass *Varroa destructor* z.B. im Mittelmeerraum ein weniger starkes Populationswachstum als in Deutschland zeigt. Dem ist jedoch nicht so, wenn man z.B. die Daten von MURILHAS (2002) mit jenen von AUMEIER et al. (2002) sowie RENZ und ROSENKRANZ (2002) vergleicht. Bei derartigen Vergleichen ergibt sich jedoch ein Problem: Das mildere mediterrane Klima im Mittelmeerraum ist durch eine längere Vegetationszeit gekennzeichnet und verlängert die Brutperiode der Bienenvölker gegenüber dem ozeanisch beeinflussten kontinentalen Klima, wie wir es in Deutschland vorfinden. Und so stellen GARCÍA-FERNÁNDEZ et al. (1995) fest, dass die Milbenpopulation im wärmeren Klima zwar langsamer verläuft, aber dafür länger anhält als unter kühleren Klimabedingungen. KRAUS und PAGE (1995) konstatieren im mediterranen Klima Kaliforniens infolge des durchgehenden Brutgeschäftes sogar eine jährliche Milbenvermehrung um das 286fache – 14mal soviel wie der von AUMEIER et al. (2002) für Deutschland angegebene Maximalwert.

Bekannt ist der Zusammenhang zwischen einer guten Tracht-, insbesondere Pollenversorgung, umfangreicher Brutaufzucht und einem starken Bienenumsatz in den Völkern (BÖTTCHER 1950, STECHE 1961, 1976, DUSTMANN und OHE 1988, PFEFFERLE 1990 S. 187, IMDORF et al. 1998, SCHMICKL und CRAILSHEIM 2004). Völker mit hohem Bienenumsatz wiederum sind leistungsfähiger und weniger anfällig gegenüber Krankheitserregern (BÖTTCHER 1950, KOSTECKI 1976, STECHE 1961, 1975, PFEFFERLE 1981, PFEFFERLE 1990 S. 184). Und Völker, die nicht bereits durch andere Krankheiten geschwächt sind, dürften die Parasitierung durch *Varroa destructor* besser verkraften. Auch sind pollenreich aufgezogene Bienen vitaler, langlebiger und weniger anfällig gegenüber verschiedenen Pestiziden, was zu vitaleren Völkern führt (WAHL 1975, RITTER 1994 S. 18, SCHMICKL und CRAILSHEIM 2004). Zudem räumen lt. Untersuchungen von JANMAAT und WINSTON (2000) gut mit Pollen versorgte Völker parasitierte Brut stärker aus als schlecht versorgte Bienenvölker. Die Vermehrungsrate der verbliebenen *Varroa*-Milben blieb jedoch unbeeinflusst. Zu letzterem Ergebnis kommt auch BLUM (1989), zumal sich die Eiweißversorgung der Völker nicht auf den Proteingehalt der Larven auswirke. Mit letzterem bestätigt er die Ergebnisse von STECHE (1975) zum Einfluss der Pollenversorgung von Bienenvölkern. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die entscheidende Phase der Pollenaufnahme erst unmittelbar nach dem Schlupf der Imagines liegt.

Über die Bedeutung des Standortes von Bienenvölkern auf das Parasit-Wirt-Verhältnis bei *Varroa destructor* und *Apsi mellifera* ist bisher wenig bekannt. Die bisherigen Untersuchungen deuten Effekte an. Ihre praktische Relevanz wäre jedoch zweckmäßigerweise im Feldtest zu prüfen.

### 1.3.5. Resistenzzucht

Angesichts des aktuellen Entwicklungsstandes der Tierzucht, und hier speziell der Bienenzucht, stellt sich die Frage, ob das Problem der schädigenden Wirkung von *Varroa destructor* nicht relativ schnell und sicher durch züchterische Einflussnahme auf *Apis mellifera* minimiert werden kann. Dies soll nachfolgend anhand bisheriger Untersuchungen und dabei erkannter Probleme einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

Züchterische Bemühungen in Richtung erhöhter Widerstandskraft der Honigbiene *Apis mellifera carnica* gegenüber ihrem Parasiten *Varroa destructor* wurden insbesondere durch Hinweise auf eine **aktiven Parasitenbekämpfung** durch Amputationen von Gliedmaßen und Beschädigungen am Panzer der Milben angeregt (RUTTNER 1991, WALLNER 1991, RUTTNER und HÄNEL 1992). Sowohl durch negative Korrelationen zwischen der Verletzungsrate der Milben im natürlichen Milbenfall und dem *Varroa*-Befall der Völker (MOOSBECKHOFER 1992, 1994, HOFFMANN 1995), durch Erfolge bei der **Zucht auf allgemeines hygienisches Verhalten** (SPIVAK 1996, SPIVAK und REUTER 1998) als auch durch die Wirkung des Königinnentausches von auf Varroaresistenz selektierten Herkünften mit nicht selektierten (HARRIS und HARBO 2000) konnten die Erwartungen bestärkt werden.

Zudem gibt es Hinweise, dass bei Bienenmaterial, welches auf das Ausräumen erkrankter, parasitierter bzw. gefrorener Brut gezüchtet wurde, andere Brutkrankheiten, z.B. Amerikanische Faulbrut und Kalkbrut, seltener und dann mit leichterem Verlauf auftreten als in entsprechenden Kontrollen (SPIVAK und REUTER 1998, 2001, PALACIO 2000, RAUCH et al. 2006).

IBRAHIM und SPIVAK (2006) wiesen in den USA an der von HARBO und HARRIS (1999) herausgezüchteten *A. mellifera*-Herkunft, die auf **Unterdrückung der Milben-Reproduktion** (SMR = Suppression of Mite Reproduction) selektiert wurde, nach, dass die Reproduktionsrate der diese Völker parasitierenden Milben tatsächlich vermindert ist und die Bienen *Varroa*-befallene Zellen häufiger ausräumen als anderes auf hygienisches Verhalten gezüchtetes Material. Hierbei vermuten BIENEFELD und ZAUTKE (2006) jedoch, dass

nicht die Reproduktionsrate der Milben vermindert wird, sondern Zellen mit Milben, die eine hohe Reproduktionsrate aufweisen und die Brut entsprechend stark schädigen, bevorzugt ausgeräumt werden. Dem halten WAGNER et al. (2006) entgegen, dass nicht die Reproduktionsrate, sondern die Anzahl der eingedrungenen Milbenweibchen die Ausräumrate determiniere. Ihre Ergebnisse widerlegen jedoch nicht die Hypothese, dass nicht die Anzahl der parasitierenden *Varroa*-Weibchen oder deren Reproduktionsrate jeweils allein ausschlaggebend für das Ausräumen sind, sondern die Gesamtzahl Milben in einer Zelle bzw. die daraus resultierende Schädigung der Puppe.

In Völkern der in Südafrika beheimateten *A. m. capensis* vermehrt sich *Varroa spec.* im direkten Vergleich mit *A. m. carnica* deutlich schlechter, was zu einem erheblichen Teil auf deren **kürzere verdeckelte Brutphase** zurückgeführt wird (MORITZ und MAUTZ 1990). LE CONTE et al. (1994) zeigen auch für mitteleuropäische *A. m. ssp.* die Möglichkeit, auf eine Verkürzung der verdeckelten Brutphase der Arbeitsbienen hin zu züchten. SCHMIDT (1994) beobachtete an Völkern mit einer auf 275 Stunden verkürzten verdeckelten Brutphase in einem Kurzzeitversuch von Juli bis Mai sogar eine tendenziell bessere Volksentwicklung bei schlechterer Milbenvermehrung.

Wenn die genannten Ergebnisse auch optimistisch stimmen, so lassen verschiedene **Probleme** kurzfristig im mitteleuropäischen Raum keinen entscheidenden Erfolg erwarten (BIENEFELD 1996, BIENEFELD et al. 1998 a, 1998 b, 1999 a, 1999 b, BOECKING und SPIVAK 1999, BERG et al. 2000, 2001, BOECKING 2000, LODESANI et al. 2002, FRIES und BOMMARCO 2007). Die Gründe hierfür sind sehr unterschiedlich. So konnten SZABO und WALKER (1995) sowie RADTKE (1995) unabhängig voneinander zeigen, dass das Merkmal „**Verletzungsrate der *Varroa*-Milben im natürlichen Milbenfall**“ für die Selektion **ungeeignet** ist, weil die beobachtbaren Verletzungen auch von Larven der Wachsmotten hervorgerufen werden. Schließlich findet sich im natürlichen Milbenfall nicht darauf selektierter Völker ein mit mehr als 50 % sehr großer Anteil beschädigter Milben (BÜCHLER 1993, RADTKE 1995, ROSENKRANZ et al. 1997). Selbst wenn man unterstellt, dass alle diese Milben durch Bienen verletzt und somit vorzeitig getötet worden wären, würde dieser hohe Wert eine Verdoppelung des natürlichen Milbenfalls bedeuten. Nach LIEBIG (2005) schwankt der natürliche Milbenfall zwischen 0,2 und 1 % des *Varroa*-Befalls eines Bienenvolkes, so dass der aktiven Milbenabwehr effektiv ca. 1 % der Milben eines Volkes zum Opfer fallen können. Tatsächlich konnte bei exakten Langzeitbeobachtung des Verhaltens von Bienen in ihrem Stock nur selten beobachtet werden, dass *Apis mellifera carnica*-Arbeiterinnen *Varroa*-Weibchen ergreifen (BOŽIČ und VALENTINČIČ 1995, THAKUR et al. 1996). Die Erblichkeit der Beschädigtenrate ist mit  $h^2 < 0,15$  entsprechend gering (EHRHARDT et al. 2006).

Die Möglichkeit, auf eine **Verkürzung der verdeckelten Brutphase** der Arbeitsbienen hin zu züchten (LE CONTE et al. 1994), scheint ebenso **ungeeignet** zu sein. Damit soll zwar verhindert werden, dass die Nachkommen von *V. destructor* die Geschlechtsreife erlangen. Aber bei einer Verkürzung der verdeckelten Brutphase ist nach BIENEFELD und ZAUTKE (1996) auch mit einer Verkürzung der Lebensdauer der Arbeiterinnen zu rechnen. Daher erstaunt es umso mehr, dass WILDE und SIUDA (1997) keinen Einfluss auf Volksentwicklung und Honigertrag feststellen konnten. Offenbar sind aber die Versuche zur Einkreuzung von *A. mellifera capensis* mit einer deutlich kürzeren verdeckelten Phase als *A. m. carnica* (WILDE 1992) wieder aufgegeben worden.

Auch die beschriebene **Toleranz** bei der aus dem fernöstlichen Russland stammenden „**Primorski**“-Biene (DANKA et al. 1995, RINDERER et al. 2001) konnte in Deutschland **nicht** allgemein **bestätigt** werden (BERG et al. 2002). Zudem stellen IBRAHIM et al. (2007) in einem Feldversuch überrascht fest, dass bei Bienenvölkern, die auf **Unterdrückung der Milbenreproduktion** selektiert worden waren, **keine Auswirkungen** auf den Milbenbefall der Völker verzeichnet werden konnten, wo hingegen bei den auf das Ausräumen gefrorener Brut selektierten Völkern ein geringerer Milbenbefall nachweisbar war. Diese Ergebnisse sind nach Untersuchungen von BOIGENZAHN und WILLIAM (1999) nicht verwunderlich. Sie ermittelten für den Milbenfall nach Behandlung mit 0,13 eine geringe Heritabilität, während jene für die Honigleistung mit 0,20 deutlich höher ausfiel. Zwischen beiden Merkmalen stellten sie eine züchterisch interessante leicht negative genetische Korrelation von -0,05 fest, verweisen jedoch zugleich auf die große Standardabweichung von 0,24. EHRHARDT et al. (2006) bestätigen die geringe Erbllichkeit des Milbenfalls nach Behandlung mit  $h^2 < 0,15$  und geben für die Heritabilität der Ausräumrate  $h^2 > 0,25$  an, wobei diese Merkmale jedoch nicht miteinander korrelieren.

Eine wesentliche **Ursache für die Probleme bei der Resistenzzucht** liegt vermutlich in der häufig vorgenommenen **Einzelbetrachtung ausgewählter potentieller Merkmale**. Hier bleibt häufig unberücksichtigt, dass nach MOOSBECKHOFER (1997) der *Varroa*-Befall mit der Bienen- und Brutmenge der Völker positiv korreliert, was durch Beobachtungen von BÜCHLER (1997 b) nach fünfjähriger Zuchtarbeit an der Kirchhainer Population bestätigt wird. Auch FRIES und BOMMARCO (2007) machen bei dem von ihnen als tolerant erkannten Bienenmaterial neben einer geringeren Parasitierung der Brut aus unbekannter Ursache und eventuellen weiteren unbekanntem Faktoren die geringe Brutaktivität der Völker verantwortlich. Daraus resultiert zumindest zeitweilig eine geringere Anzahl Arbeitsbienen, die sich negativ auf den Honigertrag auswirken könnte. Und tatsächlich stellten LE CONTE et al. (2007) an der von ihnen gefundenen *Apis mellifera*-Population, deren Völker durchschnittlich 9,8 Jahre ohne *Varroa*-Behandlung überlebten, mit durchschnittlich ca. 11 kg einen um 40 % geringeren Honigertrag gegenüber Kontrollvölkern fest.

Wie an diesen letzten beiden Beispielen erkennbar, erscheint es sinnvoll, von der ursprünglichen Prüfung einzelner potentieller Resistenzmerkmale abzurücken und mehr Wert auf die **Prüfung der Befallsentwicklung von Bienenvölkern** mit *Varroa destructor* sowie die Überlebensquote unbehandelter Völker zu legen – auch wenn letztere zunächst mit hohen Völkerverlusten einhergeht (BÜCHLER et al. 2002, LIEBIG et al. 2002, GARRIDO 2004, FRIES et al. 2006). Diese Vorgehensweise hat seit 2004 auch Eingang in die deutschlandweite Zuchtwertschätzung gefunden (BÜCHLER et al. 2008). Denn offenbar ist ein zumindest annähernd ausgeglichenes Parasit-Wirt-Verhältnis weder bei *Apis cerana* (s. 1.1.5.) noch bei *Apis mellifera* – Herkünften auf einen einzelnen Mechanismus beschränkt wie für letztere im folgenden gezeigt werden wird.

An Bienen in Uruguay und Brasilien konnten KIRSCH und ROSENKRANZ (1999) sowie GARRIDO et al. (2003) einerseits zeigen, dass die dort zunächst gefundene geringe Fertilität von *Varroa*-Weibchen kein über Jahre anhaltender Dauerzustand sein muss und dies offenbar nicht der einzige entscheidende Faktor beim anhaltenden Überleben parasitierter Bienenvölker ist. Nach VANDAMME (2002) räumen die in Brasilien ebenso wie in Mexico verbreiteten afrikanisierten Bienenvölker im Gegensatz zu europäischen Herkünften von *A. mellifera* mit 32 % gegenüber 8 % deutlich mehr parasitierte Brut aus und unterbrechen so den Fortpflanzungszyklus. Hinzu kommt, dass die Brut Afrikanisierter Bienen weniger attraktiv ist als jene europäischer Herkünfte (GUZMAN-NOVOA et al. 1996, AUMEIER und ROSENKRANZ 1997).

Zwischen den europäischen Rassen von *A. mellifera* wurden Unterschiede in der Attraktivität der Brut bisher nicht gefunden (OTTEN und FUCHS 1990, CALIS et al. 1997). Andererseits scheinen verschiedene Herkünfte der Europäischen Honigbiene einen gleich hohen Milbenbefall unterschiedlich gut zu tolerieren (GUZMAN et al. 1996).

Aufgrund der beschriebenen züchterischen Probleme ist **kurzfristig nicht mit einem einschneidenden Erfolg zu rechnen**. Dies zeigen im übrigen auch Bemühungen zur Zucht auf Krankheitsresistenz bei anderen Nutztierarten. SIMIANER und KÖNIG (2002) machen hierfür den permanenten natürlichen Selektionsdruck, der die genetische Variation reduziert, ebenso verantwortlich wie die erhebliche umweltbedingte Varianz, welche auf dem Infektions- bzw. hier Invasionsdruck sowie den Umwelt- und Haltungsbedingungen basiert. Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, das Management der Bienenvölker zumindest vorübergehend und möglichst flächendeckend an die Bedingungen des Befalls mit *Varroa destructor* anzupassen, um damit sowohl die Reproduktion des Parasiten in den einzelnen Bienenvölkern als auch die Reinvansion zu minimieren.

Denn auch **auf Seiten der Milben zu selektieren**, scheint nach DAINAT et al. (2004) **kein gangbarer Weg**, weil die in Europa verbreiteten *Varroa*-Milben vermutlich von einem Klon abstammen, woraus eine geringe genetische Variabilität resultiere.

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Grundlegende methodische Überlegungen

#### 2.1.0. Überblick

Auf der Grundlage der Analyse des bisherigen Forschungsstandes zur *Varroa*-Bekämpfung sind im Bereich der biotechnische Maßnahmen kurz- mittelfristig die größten Chancen zu erwarten, um den Medikamenteneinsatz in der Honigproduktion zu minimieren. Da diese mit einem gewissen Aufwand verbunden sind, ist dabei insbesondere die Frage der Akzeptanz bei den Anwendern, den Imkern, zu berücksichtigen. Diese wird am leichtesten zu erreichen sein, wenn sich die Empfehlungen an der bisherigen Arbeitsweise der Imker orientieren und von ihnen keine wesentlichen Umstellungen, sondern viel mehr ein bewußteres und konsequenteres Umsetzen ihrer Handlungsweise erwartet wird. Hier bietet sich die Schröpfung der Bienenvölker mittels Entnahme von Brut zur Ablegerbildung an. Denn:

- Die Ablegerbildung ist ein gängiges Verfahren, das sowohl zur Völkervermehrung als auch zur Schwarmverhinderung allgemein bekannt ist und sich in der Imkerschaft überwiegend durchgesetzt hat (STECHE 1976).
- Im Sommer befindet sich der deutlich überwiegende Teil der ein Bienenvolk parasitierenden *Varroa destructor* in der verdeckelten Brut. Nach ROSENKRANZ und RENZ (2003) sind es in Zeitraum März bis Juli 58 – 91 %, ab Juli bis September abnehmend 74 – 52 %, wobei der Anteil bereits Anfang September auf 29 % gesunken sein kann (MENDE 1991). Im September/Okttober schwankt der Anteil an Brutmilben in Abhängigkeit vom Brutumfang zwischen 58 und 17 % (OTTEN 1991). Mit der Entnahme dieser Brut lässt sich offenbar der Befall der Muttervölker erheblich reduzieren. Daran muss sich die Sanierung der aus dieser Brut gebildeten Ableger anschließen.
- Nicht zuletzt besitzen Ableger ein großes Entwicklungspotential und bilden mit dem Aufbau gesunder, leistungsstarker Jungvölker das Rückgrat einer gesunden Imkerei (STECHE 1976).

Deshalb lag es nahe, die Entnahme verdeckelter Brut unter den Gesichtspunkten der *Varroa*-Sanierung der Bienenvölker und ihrer Leistung zu prüfen. Dabei sollte diese Methode so optimiert werden, dass der Effekt auf die Milbenpopulation bei geringem Zeitaufwand möglichst hoch ausfällt, ohne die Leistung der Völker wesentlich zu beeinträchtigen, wie es in der Problemstellung beschrieben worden ist.

Nachfolgend wird dargestellt, welche methodischen Überlegungen den Untersuchungen zugrunde liegen, um einerseits die Brutentnahme aus den Bienenvölkern unter

Berücksichtigung der Leistung der Bienenvölker und ihres Befalls mit *Varroa destructor* zu optimieren und dies andererseits zweckmäßig zu prüfen.

### **2.1.1. Versuchstiere: Bienenvölker**

Für die vorliegenden Versuche wurden Bienenvölker der Unterart bzw. geografischen Rasse *Apis mellifera carnica* POLLMANN genutzt. Bei den Königinnen handelte es sich um Reinzuchtmaterial der Linie „Kinder/Schaller“ aus der Zucht des Länderinstituts für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V., mittels Künstlicher Besamung oder Inselbelegstelle linienrein angepaart oder standbegattet. Neben der Verwendung einheitlichen Weiselmaterials wurde auf gleiche Altersverteilung der ein- bis maximal zweijährigen Königinnen in der jeweiligen Prüfgruppen geachtet.

### **2.1.2. Unterbringung der Versuchstiere**

Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden alle Bienenvölker während der Versuche im selben Beutentyp gehalten, der Segeberger Kunststoff-Magazinbeute mit 11 Waben Deutsch-Normalmaß pro Zarge. Für diese Beute wurde jedoch kein originaler Boden, sondern eine Sonderkonstruktion aus Holz verwendet. Dieser hohe Boden zeichnete sich dadurch aus, dass das Bodengitter über die gesamte Fläche reichte, damit auch tatsächlich alle herabfallenden *Varroa*-Milben in der darunter befindlichen Schublade aufgefangen werden konnten. Bausperren wurden nicht verwendet, da sie diesen Vorgang hätten beeinträchtigen können. Aufgrund des Einsatzes von 1 Baurahmen/Brutraumzarge, der an 3. Stelle innerhalb der jeweiligen Zarge und bei 2 Bruträumen diagonal versetzt angeordnet wurde, sowie einer relativ hohen Anzahl von Mittelwänden wurde im hohen Boden kaum gebaut. Gegebenenfalls wurde der hier angelegte Wildbau bei der nächsten Bearbeitung des Volkes abgestoßen.

### **2.1.3. Nahrungsangebot für die Versuchstiere (Tracht)**

Um den Bienenvölkern die Ausschöpfung ihres Leistungspotentials zu ermöglichen, wurden bis zu vier für den nordostdeutschen Raum typische Trachten im nördlichen und östlichen Brandenburg angewandert: Winterraps (*Brassica napus* L.), Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.), Linde (*Tilia spec.* L.), gelegentlich in Verbindung mit Sommerraps (*Brassica napus* L.), sowie Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.). Die Bestimmung der Trachtpflanzen erfolgte nach ROTHMALER (1994).

### 2.1.4. Management der Bienenvölker

Entsprechend der Problemstellung wurden 5 verschiedene Varianten zur *Varroa*-armen Völkerführung geprüft, die unter 2.2. im einzelnen erläutert werden. Sie basieren durchweg auf der Entnahme verdeckelter Arbeiterinnenbrut, aus denen Ableger gebildet werden. In einigen Varianten werden diese Ableger ebenfalls über Brutentnahmen saniert und den Muttervölkern anschließend zurückgegeben.

Im Hinblick auf eine optimale Trachtnutzung sollten den Völkern möglichst wenig Bienen entzogen werden. Deshalb blieben die in den vorliegenden Versuchen gebildeten Ableger zunächst gemeinsam mit den Muttervölkern an einem Standort stehen. Somit konnten die Flugbienen in letztere zurückkehren und dort weiterhin als Trachtbienen tätig werden. In den Ablegern wären sie dagegen weniger nützlich, weil zwar nach KNECHT und KAATZ (1990) auch Flugbienen die dort erwünschten Brutpflegedienste verrichten können, Jungbienen jedoch physiologisch besser darauf eingestellt sind.

Während die Bienenvölker im Laufe der Trachtsaison überwiegend 2 Bruträume und meist nur 1 Honigraum zur Verfügung hatten, wurden den Versuchsvölkern im Zuge der Schröpfung zunächst nur 2 Räume (1 Brutraum und 1 Honigraum) belassen. Diese Verringerung des Raumes wurde vorgenommen, weil über längere Zeit keine Bienen schlüpfen konnten und dennoch qualitativ hochwertiger Honig geerntet werden sollte. Und hierfür ist eine große relative Volksstärke, also eine hohe Besatzdichte des verfügbaren Raumes erforderlich (RADTKE et al. 1999 b). Wenn auch die Qualität des Honigs nicht im Vordergrund der Untersuchungen stand, so wurden dennoch aus vorgenanntem Grund stichprobenartige Kontrollen des Wassergehaltes als Parameter für den Verarbeitungsgrad des Nektars vorgenommen. Von diesen wurden Hinweise auf mögliche Probleme erwartet, die aus der erprobten Art und Weise der Völkerführung, der Betriebsweise, herrühren. Schließlich darf Honig zwar lt. HONIGVERORDNUNG (2004) 20 % Wassergehalt aufweisen, bei Honig, welcher unter dem Warenzeichen des Deutschen Imkerbundes vermarktet wird, dürfen es jedoch in der Regel nur 18 % sein (DEUTSCHER IMKERBUND 1993).

Die Ausstattung der Völker mit Mittelwänden erfolgte sowohl nach subjektiver Einschätzung und Ausnutzung ihres Bautriebes und Bauvermögens als auch nach Praktikabilität im Rahmen der Betriebsweise.

Zur Feststellung von Langzeiteffekten wurden möglichst in dem Frühjahr, das auf den jeweiligen Versuch folgte, die Volksstärke und die Leistung der Völker untersucht. Unter Berücksichtigung des dafür erforderlichen Aufwandes konnte die Leistungserfassung der

Völker im Winter-Raps als ausreichend angesehen werden. Nach BIENEFELD (1988, S. 81) ist nämlich der Honigertrag eines Volkes aus der Frühtracht in hohem Maße mit seinem Jahresertrag korreliert (phänotypische Korrelation  $r_p=0,801$ ).

Imkerlich bedeutsame Langzeiteffekte auf Überwinterung, Volkentwicklung und Honigertrag im Folgejahr zu erfassen, setzte voraus, auf das besonders in früheren Jahren praktizierte Abtöten der am Versuch beteiligten Völker zur Ermittlung des unmittelbaren Behandlungserfolges (MAUL und WISSEN 1981, RITTER und PERSCHIL 1983, WACHENDÖRFER et al. 1985, MAUL et al. 1988) zu verzichten. Zudem wurden die Versuchs- und Kontrollgruppen aus dem für das erste Versuchsjahr rekrutierten Völkerbestand einschließlich der alljährlich aus den jeweiligen Versuchsvölkern gebildeten Jungvölker erstellt. Die Vorgeschichte der Völker war somit bekannt, die Ausgangsbedingungen waren ähnlich. Zudem erleichterte diese Herangehensweise eine kontinuierliche Versuchsdurchführung und entspricht letztlich der imkerlichen Praxis.

### **2.1.5. Gruppenbildung**

Die gemeinsam an einem Standort gehaltenen Bienenvölker wurden für die Versuchsdurchführung in eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe aufgeteilt. Dadurch waren für beide Gruppen gleiche Haltungs- und Umweltbedingungen gegeben. Während die Bienenvölker im ersten Versuchsjahr nach dem Zufallsprinzip der Versuchs- oder der Kontrollgruppe zugeordnet wurden und sich diese Vorgehensweise als ungeeignet erwies, wurde ab dem zweiten Versuchsjahr auf Basis der bis zum anstehenden ersten versuchsbedingten Eingriff randomisiert. Hierfür wurden insbesondere die Nettogewichtszunahme während der Frühtracht, der *Varroa*-Befall der Bienen, die Anzahl der besetzten Zargen und das Alter der Königinnen herangezogen. Beide möglichst gleich große Gruppen stimmten somit zu Versuchsbeginn in ihren entscheidenden Eigenschaften überein.

### **2.1.6. Zahl der Bienenvölker pro Vergleichsgruppe**

Der Honigertrag von Bienenvölkern wird sowohl durch das Trachtangebot als auch vom eigenen Leistungspotential bestimmt (RUTTNER 1996). Da sich die Leistungsprüfung auch im Rahmen der Bienenzucht als grundlegende Selektionsvoraussetzung etabliert hat, wurden mangels geeigneter Daten zur Berechnung des erforderlichen Stichprobenumfangs zunächst die hier üblichen Kriterien für die Leistungsprüfung im Rahmen vorliegender Untersuchungen zugrunde gelegt. Die zum Zeitpunkt der Versuchsplanung und -durchführung geltenden „Richtlinien für das Zuchtwesen des Deutschen Imkerbundes“ (DEUTSCHER IMKERBUND

1994) forderten als eine Voraussetzung für die Bewertung der Geschwisterleistung und damit für einen sinnvollen Vergleich genetisch unterschiedlicher Geschwistergruppen den Nachweis der Leistung von mindestens 6 (Geschwister-) Völkern/Gruppe. Diese Zahl wurde zwischenzeitlich auf 5 verringert (DEUTSCHER IMKERBUND 2002). Da aus den unterschiedlichsten Gründen Völker vor Abschluss der Leistungsprüfung ausfallen können (z.B. Winterverluste vor dem ersten Leistungsjahr, versehentliches Abdrücken der Weisel durch den Imker, Abschwärmen des Volkes), müssen die Prüfgruppen bei ihrer Erstellung im Sommer des vorhergehenden Jahres deutlich größer sein. Nach RUTTNER (1996) waren hierfür auf der Basis der „Richtlinie für das Zuchtwesen des Deutschen Imkerbundes“ aus dem Jahre 1994 (DEUTSCHER IMKERBUND) 10 Völker je Prüfgruppe erforderlich. Von dieser Zahl geht der Deutsche Imkerbund offenbar auch heute noch aus, wenn er für die Anerkennung eines Züchters einen Mindestbestand von 20 Völkern fordert (DEUTSCHER IMKERBUND 2002), was eine jährlich alternierende Prüfung von 10 Völkern ermöglicht. Diese Zahl diene zunächst auch für die Größe der Versuchs- und Kontrollgruppen als Orientierung. Da die Gruppen jedoch erst im Versuchsjahr zu Trachtbeginn zusammengestellt wurden, konnten vorausgehende Winterverluste die Versuche nicht beeinträchtigen. Hierdurch erhöhte sich einerseits die Sicherheit, dass eine ausreichende Völkerzahl jeweils den gesamten Versuch durchläuft, andererseits wurde die Gruppengröße durch die verfügbare Transportkapazität bei den Wanderungen sowie durch den zu erwartenden Zeitaufwand bei vorgesehene gleichzeitigen Bearbeitung aller Kontroll- und Versuchsvölker eines Standes an möglichst einem Tag inklusive der erforderlichen Versuchsdokumentation begrenzt.

Zudem wurde mit dem 1998 durchgeführten Versuch (Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut; Versuchsjahr 1) bestätigt, dass eine Gruppengröße von ca. 10 Versuchs- und ebensovielen Kontrollvölkern mit hoher Wahrscheinlichkeit ausreichend ist, um die erwarteten und gefundenen Unterschiede in der Regel signifikant abzusichern. Basierend auf den hier gewonnenen Daten wurde der erforderliche Stichprobenumfang für die beiden wichtigsten Merkmale Befallsgrad der Bienen mit *Varroa destructor* am Ende der Bienen Saison bzw. des Bienenjahres (Mitte August) und Nettogewichtszunahme der Völker berechnet:

Es wird erwartet, dass die einmalige komplette Entnahme der verdeckelten Brut zum Zeitpunkt des aufkommenden Schwarmtriebes zu einer Reduktion des Milbenbefallsgrades der Bienenvölker am Ende des Bienenjahres um 50 % im Vergleich zu den nicht geschröpften Völkern führe. Die Standardabweichung betrage 75 % vom jeweiligen Mittelwert. Geprüft werden soll mit einer Vertrauenswahrscheinlichkeit von  $\alpha=95\%$  und einer Power von  $\beta=80\%$ . Für die Prüfung, ob der Befallsgrad der Versuchsvölker signifikant kleiner ist als jener der Kontrollvölker (einseitige Fragestellung) werden daher pro Gruppe mindestens  $n=8$  Bienenvölker benötigt (SAS-Statistics Sample Size).

Es wird darüber hinaus erwartet, dass die einmalige komplette Entnahme der verdeckelten Brut zum Zeitpunkt des aufkommenden Schwarmtriebes eine Reduktion der Nettogewichtszunahme der Bienenvölker während der Trachtsaison um 30 % im Vergleich zu den nicht geschröpften Völkern zur Folge habe. Die Standardabweichung betrage 40 % vom jeweiligen Mittelwert. Geprüft werden soll mit einer Vertrauenswahrscheinlichkeit von  $\alpha=95$  % und einer Power von  $\beta=80$  %. Für die Prüfung, ob die Nettogewichtszunahme der Versuchsvölker signifikant geringer ist als jene der Kontrollvölker (einseitige Fragestellung) werden unter diesen Voraussetzungen pro Gruppe mindestens  $n=10$  Bienenvölker benötigt (SAS-Statistics Sample Size).

Die statistisch erforderliche Gruppengröße kann somit unter den vorgenannten Versuchsbedingungen realisiert werden.

### **2.1.7. Versuchsdurchführung**

Zwecks Vermeidung personenbedingter Abweichungen bei der Völkerführung wurden alle Eingriffe einschließlich der Entnahme und Untersuchung der Bienenproben vom Autor selbst vorgenommen. Die Populationsschätzung, das Auszählen der Milben nach Behandlung und verschiedentlich auch das Wiegen der Völker im Rahmen der Kontrolle der Nettogewichtszunahme oblag dagegen einer entsprechend qualifizierten Hilfskraft. Gerade die Populationsschätzung unterliegt subjektivem Einfluss, was zu einer Verzerrung der Ergebnisse zugunsten einer Gruppe und zuungunsten einer anderen führen kann. Deshalb hat der Versuchsansteller ganz bewusst darauf verzichtet, diese selbst durchzuführen.

### **2.1.8. Reduktion des Milbeneintrags aufgrund von Verflug**

Versuchsbedingt war zu erwarten, dass sich der jeweilige Völkerbestand in Bienenvölker mit niedrigem und starkem Befall differenziert. Der Milbeneintrag aus stark befallenen in schwach befallene Völker könnte die Versuchsergebnisse beeinträchtigen. Reinvansion von Milben ist mit zunehmendem *Varroa*-Befall insbesondere ab Juli/August, und hier vor allem beim Zusammenbruch stark befallener Völker zu erwarten, während Reinvansion während der Trachtperiode kaum eine Rolle spielt (BÜCHLER 1990, SAKOFSKI et al. 1990, ROSENKRANZ 2001). Letzteres ist durch den geringen Verflug von Bienen leicht zu erklären: Bei stark strukturierter Aufstellung auf einem Leistungsprüfstand ermittelten NEUMANN et al. (2000) Anfang Juni in 38 Bienenvölkern durchschnittlich nur 5 % verflogene Bienen. Auch HÜTTINGER et al. (1981) stellen unter gleichen Bedingungen

kaum Verflug der Bienen fest. Selbst auf flachem, nicht strukturiertem Gelände wurden aus einem zentral aufgestellten parasitierten Volk von Mitte Mai bis Anfang August täglich nur 0,5 % der Milben in die umliegenden, permanent behandelten Bienenstöcke eingetragen (HOFFMANN 1992).

Die mit der Brut den Völkern entzogenen Milben sollten nicht wieder in Form von Reinvasion in diese zurückkehren können, was eine baldige Trennung der Ableger von den Muttervölkern als sinnvoll erscheinen ließ. Um die Migration der Milben zwischen Ablegern und Muttervölkern zu unterbinden, wurden für die hier vorliegenden Untersuchungen die Muttervölker in der Regel am Tag nach der Schröpfung der Versuchsvölker in ein anderes Trachtgebiet verbracht. Die in den Versuchsvarianten 2.2.3. bis 2.2.5. mit wenig Bienen erstellten Sammelbrutableger sind noch am selben Abend mit auf den Heimatstand genommen worden, wo sie besser betreut werden konnten. Zwischen Erstellung der Ableger und Abwanderung sollten für die Rückkehr der Flugbienen in die Muttervölker wenige Stunden ausreichen, weil Flugbienen bei dem zur Ablegerbildung erforderlichen guten Flugwetter nach RIESSBERGER und CRAILSHEIM (1997) ca. 60 % der Tageszeit für Ausflüge nutzen.

Eine mögliche Verfälschung der Entwicklung der Milbenpopulation in den geschröpften Völkern durch Milbeneintrag aus den Kontrollvölkern infolge Verfluges war auch Grund dafür, dass die Völker nach der Schröpfung gruppenweise an den Wanderplätzen aufgestellt wurden – mit einem Abstand von 35 bzw. ca. 25 m zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in der Robinien- und Lindentracht. In der Sonnenblumentracht lagen die Stände in ebenem, großflächig einheitlichem Gelände mehrere hundert Meter auseinander. Einzeln stehende Bäume und Sträucher sowie unterschiedliche Gruppenformationen (l-, u- oder s-förmig) sollten den Bienen eine sichere Orientierung erleichtern. Generell wurden die Völker nicht in durchgehender Reihe, sondern in 2er Untergruppen mit ca. 0,75 m Abstand gegliedert. Es wurden ausschließlich Gebiete mit sehr geringer Völkerkonzentration angewandert, die Nähe anderer Bienenstände wurde gemieden. Wenn auch unter solchen Bedingungen kaum mit Migration von Milben zwischen den Gruppen zu rechnen ist (HÜTTINGER et al. 1981, HOFFMANN 1992, NEUMANN et al. 2000), so kann ein geringer Milbeneintrag in die Versuchsvölker nicht ausgeschlossen werden. Dies ist jedoch keinesfalls nachteilig, weil auch bei einer praktischen Nutzung der Versuchsergebnisse mit Reinvasion gerechnet werden muss.

### 2.1.9. Messgrößen

Welche Variablen bzw. Messgrößen sind notwendig und sinnvoll, um den Einfluss der Brutentnahme auf die Leistung der Bienenvölker und ihre Parasitierung mit *Varroa destructor* in geeigneter Weise darzustellen:

- Volksentwicklung,
- Überwinterungsquote, Nachkommenrate, Bestandsentwicklung,
- Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienenvölker,
- Milbenfall nach Ameisensäurebehandlung,
- Nettogewichtszunahme,
- Honigertrag,
- Entwicklung des Schwarmtriebes,
- Arbeitszeitaufwand.

Die **Volksstärke**, d.h. die Anzahl der Individuen eines Volkes, ist ein wesentliches Maß für die Leistungsfähigkeit von Bienenvölkern, da nur eine große Anzahl von Bienen das verfügbare Nahrungsangebot maximal nutzen kann. Der Entwicklungsverlauf eines Bienenvolkes gibt somit Aufschluss über die Leistungsfähigkeit eines Bienenvolkes unabhängig vom örtlich und zeitlich verfügbaren Nahrungsangebot.

Da die Parasitierung mit *Varroa*-Milben nicht nur die Volksstärke, sondern auch die **Überwinterungsquote**, d.h. den Anteil der von den eingewinterten bis zur nächsten Trachtperiode überlebenden Bienenvölkern beeinflusst, ist dieses Merkmal ebenfalls zu berücksichtigen, zumal die erwartete Dezimierung der *Varroa*-Milben die Gefahr von Winterverlusten verringern soll. Die Entnahme von Brut und die daraus erfolgende Bildung von (Brut-)Ablegern bzw. Sammelbrutablegern, die zu Jungvölkern entwickelt werden, führt zur jährlichen **Nachkommenrate** bzw. zur Anzahl Jungvölker/Versuchsvolk. Die davon erfolgreich überwinternden Jungvölker stehen sowohl für den Ausgleich von Überwinterungsverlusten als auch für die Erweiterung des Völkerbestandes zur Verfügung. Beide Merkmale, sowohl die Überwinterungsquote als auch die Nachkommenrate sind somit ausschlaggebend für die Entwicklung des Völkerbestandes innerhalb eines Jahres ab Versuchsbeginn, also die **Bestandsentwicklung**.

Soweit es für das Verständnis des methodische Vorgehens und der Ergebnisse sinnvoll erscheint, werden die Jungvölker auch dann entsprechend ihrer Erstellung als Brutableger oder Sammelbrutableger bezeichnet, auch wenn sie aus dem Ableger-Stadium bereits herausgewachsen sind.

Um den Effekt von Maßnahmen zur *Varroa*-Bekämpfung auf die Milbenpopulation zu ermitteln, ist es sinnvoll, neben dem Endbefall zumindest auch den Anfangsbefall zu erfassen. Aus diesen Daten lässt sich dann die **Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienenvölker** ableiten. Um weder das Bienenvolk noch seine Milbenpopulation zu beeinflussen, gilt jedoch einschränkend, dass der jeweilige Befallsgrad nur anhand repräsentativer Stichproben ermittelt werden kann.

Die beobachteten Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienenvölker wird zweckmäßigerweise durch die Erfassung des Endbefalls der Völker verifiziert. Um auch Langzeiteffekte bezüglich Überwinterung, Volks- und Leistungsentwicklung messen zu können, scheidet das Abtöten der Bienenvölker aus. Stattdessen ist es zweckmäßig, alle Völker unmittelbar nach Abschluss der Trachtperiode einer wirksamen medikamentösen Behandlung zu unterziehen. Hierfür kommen im genannten Zeitraum nach aktueller Rechtslage nur Ameisensäure und Thymol-Präparate in Betracht, von denen erstere aufgrund ihrer bekannten Eigenschaften, insbesondere hohe Wirksamkeit und fehlende Rückstandsgefahr bevorzugt wird (vgl. 1.2.1., 1.2.3., 1.2.4.). Erfasst wird der **Milbenfall infolge der Behandlung mit Ameisensäure**.

Die **Nettogewichtszunahme** ist ein objektives Maß für die Honigleistung von Bienenvölkern unter den gegebenen Standortbedingungen. Bei entsprechend kurzen Messintervallen lassen sich Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit der Völker feststellen.

Um die mittels Nettogewichtszunahme erfasste Leistung der Bienenvölker zu verifizieren, wird der tatsächlich gewonnene **Honigertrag** erfasst. Dies ist die für den Praktiker relevante Messgröße. Zudem stellt sie in vielen Publikationen den einzigen Leistungsparameter dar. Somit ist eine Vergleichbarkeit mit anderen Arbeiten auf breiterer Basis gegeben. Allerdings wird diese Messgröße durch den Imker subjektiv beeinflusst, weil die Menge des entnommenen Honigs von seiner Einschätzung zum Umfang des im jeweiligen Bienenvolk zu belassenen Vorrates abhängt.

Weil die Brutentnahme zu den schwarmtrieblenkenden Maßnahmen der Völkerführung gehört, wird auch die **Entwicklung des Schwarmtriebes**, also des Vermehrungstriebes der Bienenvölker erfasst. Dieser ist aufgrund seines unter heutigen Haltungsbedingungen störenden Einflusses für den pro Bienenvolk erforderlichen zeitlichen Zeitaufwand und damit insbesondere für Erwerbsbetriebe relevant.

Empfehlungen zur Veränderung des Managements der Bienenvölker müssen immer auch praktisch umsetzbar sein. Dabei spielt neben der guten Handhabbarkeit, die durch die weite

Verbreitung der Ablegerbildung gegeben ist (s.o.), vor allem der **Arbeitszeitaufwand** eine wesentliche Rolle. Deshalb wird auch dieser begleitend erfasst.

## **2.2. Versuchsbedingungen und Management der Bienenvölker**

### **2.2.0. Überblick**

Es wurden 5 verschiedene Varianten zur *Varroa*-armen Völkerführung geprüft. Diese Varianten wurden basierend auf der Entnahme der verdeckelten Brut als hauptsächlichem Aufenthaltsort der *Varroa*-Milbe entwickelt. Sie unterschieden sich insbesondere in Häufigkeit und Umfang der Brutentnahme aus den Muttervölkern und im Umfang der Rückführung von Bienen aus den gebildeten Ablegern in ihre Muttervölker. Dadurch wurde einerseits ein unterschiedlicher Einfluss auf den Parasitierungsverlauf dieser Völker mit *Varroa destructor* und andererseits ein unterschiedlicher Einfluss auf ihre Leistung erwartet. Alle Varianten wurden im Vergleich zu Völkern geprüft, denen keine Arbeiterbrut entnommen und demzufolge auch keine Bienen zurückgegeben wurden.

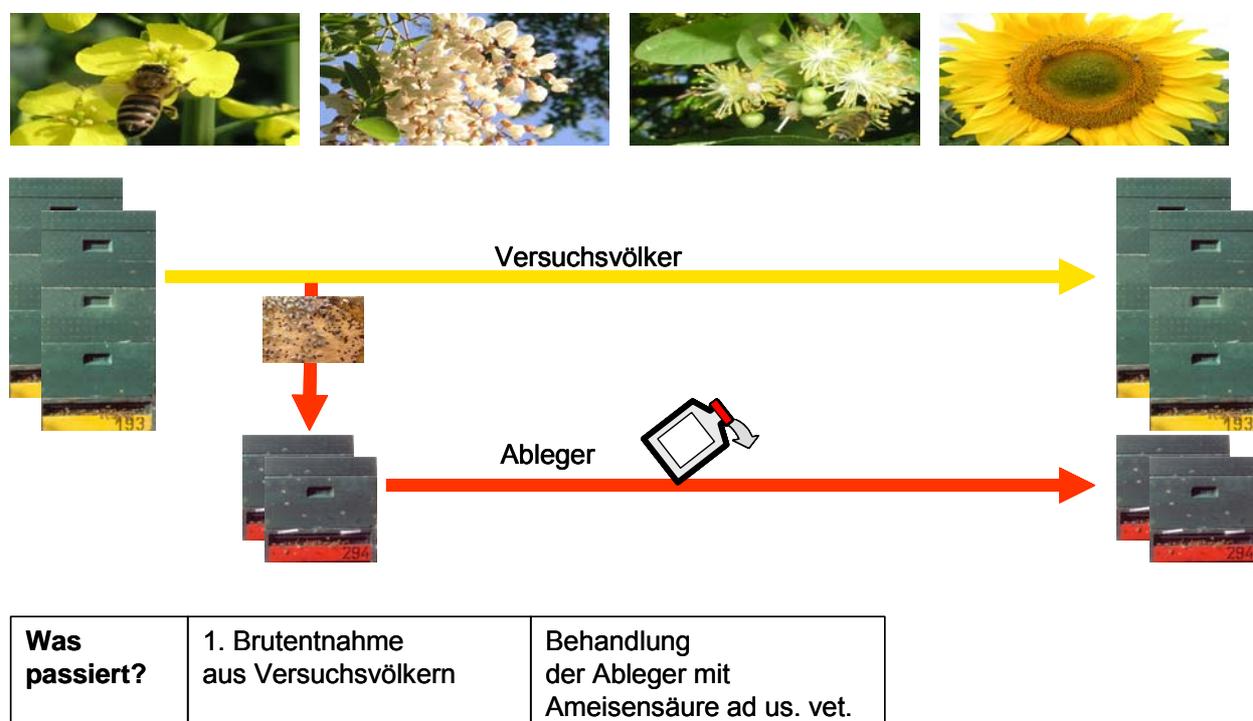
Geprüft wurden folgende Varianten:

1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut
2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut
3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker
4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers
5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers

Im Nachfolgenden werden die Versuchsvarianten detailliert beschrieben.

### 2.2.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut

Grundlegende Überlegung dieses Versuchsansatzes war: Lässt sich die Zahl der *Varroa*-Milben eines Bienenvolkes einfach und nachhaltig minimieren, wenn in einer Zeit des Überflusses die verdeckelte Brut samt den sich überwiegend darin befindlichen Milben entnommen wird – und zwar in einem gemeinsamen Arbeitsgang mit Honigernte und Schwarmverhinderung? **Typisch für diese Versuchsvariante ist daher, dass zum Ende der Frühtracht, also zum Zeitpunkt des aufkommenden Schwarmtriebes, den Versuchsvölkern alle Waben mit verdeckelter Brut entnommen und daraus Ableger gebildet werden (Abb. 1).**



**Abb. 1:** Schematische Darstellung des Managements der Bienenvölker;  
Versuchsvariante 1 - Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut

#### Versuchsjahr 1

1998 wurden 35 Bienenvölker der Rasse Carnica in Segeberger Kunststoff-Magazinbeuten mit hohem Gitterboden (Eigenbau-Holzkonstruktion mit vollflächigem Drahtgitter) für den Versuch verwendet. Zu Blühbeginn des Winterrapses wurden die Völker auf 2 Standorte verteilt und gegen Ende seiner Blühphase nach dem Zufallsprinzip der jeweiligen Versuchs- (8 bzw. 9 Völker) bzw. Kontrollgruppe (jeweils 9 Völker) zugeordnet. Einzige randomisierende Größe war die Nettogewichtszunahme der Völker während der Rapstracht.

Mit den Völkern eines der beiden Standorte (Stand 1) wurden Winterraps (ab 28.04.), Robinie (ab 22.05.), Linde (ab 18.06.) und Sonnenblume (ab 23.07.) angewandert. Mit der 2. Gruppe (Stand 2) wurde nach dem Winterraps die am Standort vorhandene Blütentracht incl. Robinie genutzt und am 19.06. ebenfalls die Lindentracht aufgesucht.

**An beiden Standorten wurden den Versuchsvölkern im Anschluss an die Rapstracht alle Waben mit verdeckelter Brut inklusive der ansitzenden Bienen entnommen** (20. bzw. 25.05.1998; Abb. 1). Daraus wurden pro Volk möglichst 2 Ableger am Standort der Muttervölker gebildet. Die Muttervölker des Standortes 1 wurden 2 Tage nach der Schröpfung in die Robinien-Tracht abgewandert.

Die Ableger zogen sich selbst eine Weisel und wurden am 12.06.1998 bei einer Stärke von 6 bis 10 Waben mit 10 bis 15 ml Ameisensäure 60 %ig von oben behandelt (Applikator: Schwammtuch ca. 200 x 200 x 5 mm). Zu diesem Zeitpunkt war die in die Ableger gegebene Brut ausgelaufen und jene der jungen Königinnen noch nicht verdeckelt, was einen guten Bekämpfungserfolg gegen *Varroa destructor* erwarten ließ.

Die Kontrollvölker wurden während des gesamten Jahres nicht geschröpft. Jedoch wurde ihnen ebenso wie den Versuchsvölkern zu 4 Terminen, die sich im Wesentlichen mit den Honigernten deckten, die in den Drohnenrahmen verdeckelte Drohnenbrut ausgeschnitten. Jedes Volk hatte pro Brutraum-Zarge einen dieser Drohnenrahmen an dritter Position zur freien Verfügung. Die Drohnenrahmen waren somit zwischen Brutnest und Deckwaben angeordnet. In zweizargigen Völkern rahmten die Baurahmen durch ihren diagonalen Versatz das Brutnest ein. Bei den Kontrollvölkern am Stand 1 wurden mit 4.616 verdeckelten Drohnenzellen ( $\pm 536$ ) dreimal so viele ausgeschnitten wie bei den Versuchsvölkern mit 1.409 ( $\pm 485$ ). Nicht ganz so gravierend fiel die Differenz am Stand 2 aus: Bei den Kontrollvölkern wurden im Mittel 2.658 ( $\pm 860$ ) verdeckelte Drohnenzellen ausgeschnitten, bei den Versuchsvölkern 1.303 ( $\pm 372$ ).

Alle Völker wurden möglichst zum gleichen Termin bearbeitet. In Einzelfällen mussten durch externe Störungen bedingte Abweichungen hingenommen werden. Der Honig wurde im Anschluss an die jeweilige Tracht geerntet. Alle Völker wurden ab 26.08.1998 mit Ameisensäure 60 %ig im „Nassenheider Verdunster horizontal“ von oben gegen Varroose behandelt. Pro Volk wurde ein Verdunster in eine Leerzarge über Kunststoffabsperriegitter mit dem horizontalen Verdunstungstuch gestellt. Die zweizargigen Völker erhielten 140 ml mit dem großen Docht (Tropfnase 20 mm breit), die einzargigen 100 ml mit dem mittleren Docht (Tropfnase 12 mm breit). Die Ableger erhielten stattdessen am 03.09. und am 23.10.1998 eine erneute Kurzzeitbehandlung mit 30 bzw. 20 ml Ameisensäure 60%ig von oben (Schwammtuch ca. 200 x 200 x 5 mm).

Entsprechend der subjektiven Beurteilung des Bautriebes, des Bauvermögens und der Praktikabilität erhielten die Versuchsvölker am Standort 1 durchschnittlich 8,6 ( $\pm 0,6$ ) Mittelwände und die Kontrollvölker 12,6 ( $\pm 0,8$ ), die sie zu Waben ausbauten. Am Standort 2 erhielten die Versuchsvölker 9,2 ( $\pm 1,3$ ), die Kontrollvölker dagegen nur 7,8 ( $\pm 1,6$ ) Mittelwände.

Alle Völker und Ableger wurden ab 10.09.1998 mit Apiinvert, einem handelsüblichen Invertzucker der Südzucker AG, eingefüttert – 2zargige Einheiten mit 21 kg, 1zargige mit 14 kg. Dieses Futter weist nach MAUTZ (2000) folgende Zusammensetzung auf:

- Fructose	29,0 %,
- Glucose	22,6 %,
- Saccharose	20,0 %,
- sonst. Zucker	0,1 %,
- Asche	0,012 %/TS,
- Wasser	28,4 %.

## Versuchsjahr 2

1999 wurden 20 Bienenvölker in den Versuch einbezogen. Diese waren wie im Vorjahr in Segeberger Kunststoff-Magazinbeuten untergebracht und wurden seit August des Vorjahres gemeinsam auf einem Stand gehalten. Dadurch waren von Anfang an gleiche Umweltbedingungen gegeben. Mit ihnen wurden 3 typische Trachten genutzt - Winterraps (ab 29.04.), Robinie (ab 31.05.), Linde (ab 18.06.) und Sonnenblume (ab 20.07.).

Aufgrund der Erfahrungen des Vorjahres, dass eine Verteilung der Völker nach Nettogewichtszunahme in der Frühtracht nicht ausreicht, um vergleichbare Gruppen zu erhalten, erfolgte die Zuordnung der einzelnen Völker zur Versuchsgruppe bzw. zur Kontrollgruppe erst am 26.05.1999, also unmittelbar vor dem ersten versuchsbedingten Eingriff. Dadurch war es möglich, die Zuordnung der Völker zur Versuchs- oder zur Kontrollgruppe entsprechend den bis zum Versuchsbeginn erhobenen Daten in den entscheidenden Merkmalen zu randomisieren. Berücksichtigt wurden bei der Gruppenzuordnung:

- Anzahl der Bienenvölker pro Gruppe (jeweils 10),
- Befallsgrad der Bienen mit *Varroa*-Milben,
- Gewichtszunahme der Bienenvölker während der Rapstracht,
- Alter der Königinnen,
- Volksstärke (Anzahl besetzter Zargen).

Wie im Vorjahr wurde den Versuchsvölkern **im Anschluss an die Raps-Tracht die gesamte verdeckelte Brut mit ansitzenden Bienen entnommen, wobei jedoch von jeder zweiten Wabe die Bienen in das Muttervolk zurückgefegt wurden**, um die Völker nicht übermäßig zu schwächen (Abb. 1). Der Schröpfungstermin lag mit dem 27.05.1999 etwas später als im Jahr zuvor. Aus der Brut wurden am selben Standort Ableger gebildet. Dadurch konnten die Flugbienen zum Muttervolk wieder zurückkehren. Infolge Abfegens und Abfliegens von Bienen aus den Ablegern war für die ersten Tage mit einer deutlichen Störung des Wärmehaushaltes in selbigen zu rechnen. Um die Temperatur dennoch möglichst konstant zu halten, wurden die Ableger sehr kompakt erstellt und erhielten im Gegensatz zum Vorjahr möglichst alle Brutwaben eines Volkes, sofern sie nebst Futterwaben in eine Zarge passten.

Die Ableger zogen sich selbst Weiseln und wurden 27 Tage nach ihrer Bildung am 23.06.1999 mit 30 ml 60 %iger Ameisensäure von oben behandelt (Trägermaterial: Schwammtuch ca. 200 x 200 x 5 mm). Zu diesem Zeitpunkt hatten sie keine verdeckelte Brut.

Die Kontrollvölker wurden während des gesamten Jahres nicht geschröpft. Ihnen wurde jedoch ebenso wie den Versuchsvölkern während der vier großen Eingriffe am Ende jeder Tracht die in den Baurahmen verdeckelte Drohnenbrut entnommen. Obwohl die Völker wie im Vorjahr über 1 Drohnenrahmen pro Brutzarge an jeweils dritter Stelle verfügten, ist festzustellen, dass zum Ausschneiden offenbar sehr wenig Drohnenbrut zur Verfügung stand. Während bei den Versuchsvölkern im Mittel 1.817 verdeckelte Drohnenzellen ( $\pm 340$ ) ausgeschnitten wurden, waren es bei den Kontrollvölkern 1.372 ( $\pm 588$ ).

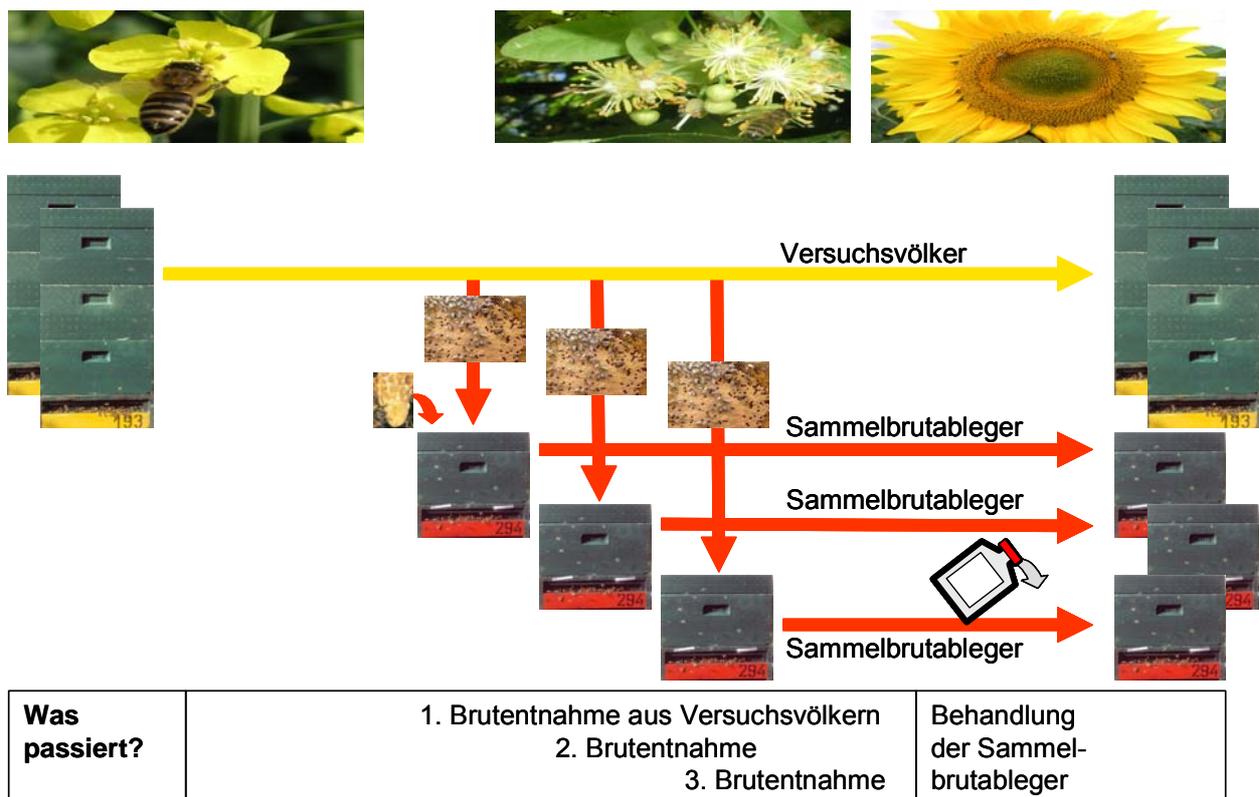
Alle Völker wurden zum jeweils gleichen Termin bearbeitet. Der Honig wurde im Anschluss an die jeweilige Tracht geerntet. Alle Völker wurden ab 20.08.1998 mit Ameisensäure 60 %ig im „Nassenheider Verdunster horizontal“ von oben gegen Varroose behandelt. Pro Volk wurde ein Verdunster in eine Leerzarge über Kunststoffabspergitter mit dem horizontalen Verdunstungstuch gestellt. Die zweizargigen Völker erhielten 140 ml mit dem großen Docht (Tropfnase 20 mm breit), die einzargigen 100 ml mit dem mittleren Docht (Tropfnase 12 mm breit). Zeitgleich wurden die Ableger nach derselben Methode behandelt. Die Völker erhielten eine zweite Behandlung am 05.10.1999 mit 20 ml Ameisensäure 60 %ig pro Zarge (Schwammtuch ca. 200 x 200 x 5 mm von oben).

Entsprechend der subjektiven Beurteilung des Bautriebes, des Bauvermögens und der Praktikabilität erhielten die Versuchsvölker durchschnittlich 4,1 ( $\pm 1,5$ ) Mittelwände und die Kontrollvölker 8,3 ( $\pm 1,4$ ), die sie zu Waben ausbauten.

Ab 02.09.1999 wurden alle Völker und Ableger entsprechend ihrer Anzahl besetzter Zargen mit 21 bzw. 14 kg Apiinvert eingefüttert (Angaben zum Futter s. 2.2.1.).

### 2.2.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut

Im Gegensatz zur vorgenannten einmaligen kompletten Entnahme der verdeckelten Brut sollte hier der Frage nachgegangen werden, ob sich ein eher kontinuierliches partielles Schröpfen der Völker weniger gravierend auf Volksstärke und Leistungsfähigkeit auswirkt, ohne den in Versuchsvariante 2.2.1. erzielten Effekt auf die *Varroa*-Population zu schmälern. **Dafür wurde den Versuchsvölkern zum Zeitpunkt des aufkommenden Schwarmtriebes dreimal im Abstand von ca. 10 Tagen jeweils 1/3 der verdeckelten Brut mit ansitzenden Bienen entnommen (27.05., 06.06., 16.06.2000).** Aus der Brut wurden am selben Standort Sammelbrutableger gebildet. Dadurch konnten die Flugbienen zu den Muttervölkern wieder zurückkehren (Abb. 2).



**Abb. 2:** Schematische Darstellung des Managements der Bienenvölker;  
Versuchsvariante 2 – Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut

Im Jahre 2000 wurden 24 Bienenvölker der Rasse Carnica in diesen Versuch eingebunden. Die Völker waren wie vor in Segeberger Kunststoff-Magazinbeuten mit hohem Gitterboden

(Eigenbau-Holzkonstruktion mit vollflächigem Drahtgitter) untergebracht und wurden seit August des Vorjahres gemeinsam auf einem Stand gehalten. Dadurch waren von Anfang an für alle Völker gleiche Umweltbedingungen gegeben.

Aufgrund einer merklichen phänologischen Verfrühung, die sich vom Frühjahr bis in den Spätsommer hinzog, weichen die für die Versuchsdurchführung gewählten Termine z.T. deutlich von „normalen“ Jahren ab. Infolge des sehr kurzen Frühjahres und des parallelen Ansatzes einer weiteren Versuchsvariante (s. 2.2.4.) war es nicht möglich, bei allen Völkern noch vor Trachtbeginn eine Populationsschätzung durchzuführen. Die übereinstimmende mittlere Volksstärke von Versuchs- und Kontrollgruppe wurde deshalb über die Nettogewichtszunahme bis zu Versuchsbeginn weitgehend abgesichert.

Mit den Völkern wurden Winterraps (26.04.2000), Linde und Sommerraps (01.06.) sowie Sonnenblume (29.06.) angewandert.

Die Zuordnung der einzelnen Völker zur Versuchs- bzw. Kontrollgruppe erfolgte am 12.05., kurz vor dem eigentlichen Versuchsbeginn. So konnte sichergestellt werden, dass beide Gruppen zu Versuchsbeginn in den entscheidenden Merkmalen weitgehend gleich waren. Berücksichtigt wurden bei der Gruppenzuordnung:

- Anzahl der Bienenvölker pro Gruppe (jeweils 12),
- Befallsgrad der Bienen mit *Varroa*-Milben,
- Gewichtszunahme der Bienenvölker während der Rapstracht,
- Alter der Königinnen,
- Volksstärke (Anzahl besetzter Zargen).

Die aus den Versuchsvölkern gebildeten Ableger erhielten jeweils eine schlupffreie Edelizele zugesetzt. Alle Ableger wurden am 19. und 24. Juli mit Ameisensäure behandelt (Schwammtuch ca. 200 x 200 x 5 mm, 30 ml 60%ige Ameisensäure pro Zarge). Sie verblieben bis zur Einwinterung am jeweiligen Wanderstandort.

Die Kontrollvölker wurden nicht geschröpft. Ihnen wurde aber ebenso wie bei der Versuchsgruppe die verdeckelte Drohnenbrut (1.806 ±475 Zellen) bis zum Zeitpunkt der 3. Schröpfung der Versuchsvölker (1.321 ±441 Zellen) ausgeschnitten (n=12+12; t-Test n.s.)

Alle Völker wurden zum gleichen Termin bearbeitet. Honig wurde drei mal geerntet (nach jeder Tracht). Alle Völker wurden ab 26.08. einer Langzeitbehandlung mit Ameisensäure gegen Varroose unterzogen. Dazu wurden „Nassenheider Verdunster horizontal“ verwendet, die am 04.09. erneut mit 140 ml Ameisensäure 60 %ig (aufgefüllt) wurden. Pro Volk wurde ein Verdunster in eine Leerzarge über Kunststoffabsperrgitter mit dem horizontalen

Verdunstungstuch gestellt. Für zweizargige Völker wurde der große Docht (Tropfnase 20 mm breit) verwendet, für einzargige Völker der mittlere (Tropfnase 12 mm breit).

Entsprechend subjektiver Beurteilung des Bautriebes, des Bauvermögens und der Praktikabilität erhielten die Versuchsvölker durchschnittlich 7,0 ( $\pm 1,3$ ) Mittelwände und die Kontrollvölker 7,4 ( $\pm 1,1$ ), die sie zu Waben ausbauten.

Alle Völker und Ableger wurden ab 15.09.2000 entsprechend ihrer Anzahl besetzter Zargen mit 21 bzw. 14 kg Apiinvert eingefüttert (Angaben zum Futter s. 2.2.1.). Dieser Einfütterung ging ab 31.08.2000 eine Reizfütterung mit Honiglösung 1:1 voraus, bei der alle zwei Tage 600 ml/Volk bzw. Ableger verabreicht wurden.

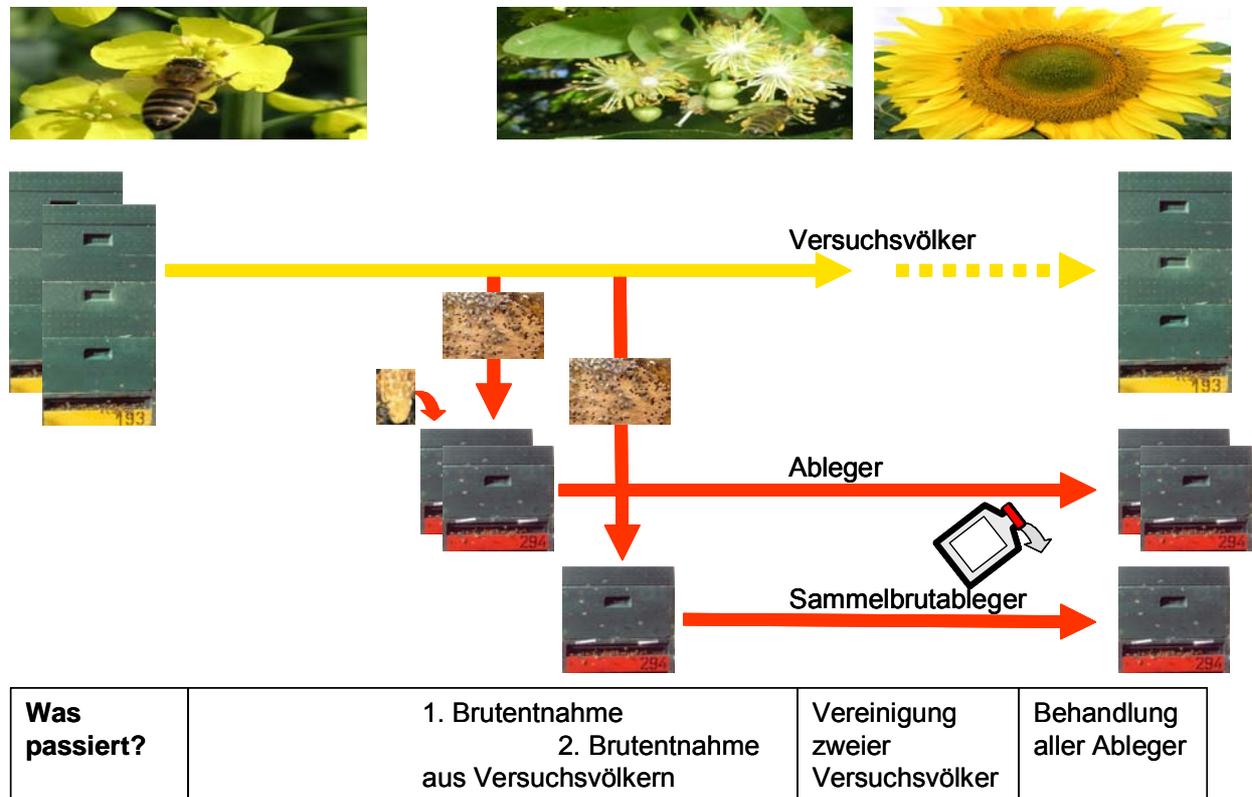
### **2.2.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker**

Bei der einmaligen kompletten und der dreimaligen partiellen Brutentnahme (Versuchsvarianten 2.2.1. und 2.2.2.) bleiben die auf den Bienen parasitierenden Milben in den Völkern zurück. Doch: Lässt sich mit der späteren Entnahme der zurückgelassenen offenen Brut im dann verdeckelten Zustand ein besserer Sanierungsgrad erreichen? Kann die Trachtfähigkeit der nun noch stärker geschröpften Völker durch Vereinigung erhalten werden? Zur Beantwortung dieser Fragen wurde den Versuchsvölkern zur Zeit des aufkommenden Schwarmtriebes **die gesamte verdeckelte Brut entnommen** und daraus Ableger gebildet. **Die bei dieser ersten Schröpfung in den Völkern zurückgelassene offene Brut wurde nach entsprechender Verdeckelung ebenfalls entnommen**, woraus Sammelbrutableger erstellt wurden. **Zu Beginn der folgenden Tracht wurden jeweils zwei der so geschröpften Völker miteinander vereinigt (Abb. 3).**

Dieser Versuch wurde im Jahre 2001 mit 20 Bienenvölkern der Rasse Carnica, Linie „Kinder/Schaller“, in Segeberger Kunststoff-Magazinbeuten mit hohem Gitterboden (Eigenbau-Holzkonstruktion mit vollflächigem Drahtgitter) gestartet. Den Völkern standen Winterraps (ab 10.05.), Sommertracht (ab 20.06.) und Sonnenblume (ab 18.07.) zur Verfügung.

Die Zuordnung der einzelnen Völker zur Versuchs- bzw. Kontrollgruppe erfolgte unmittelbar vor der 1. Schröpfung, die am 19.06.2001 vorgenommen wurde. Die bis zu diesem Zeitpunkt erhobenen Daten dienten der Zusammenstellung zweier Gruppen, die in den entscheidenden Merkmalen weitgehend übereinstimmten. Weil 3 Völker durch nicht nachvollziehbare Weiselverluste noch während der Rapstracht aus dem Versuch genommen werden mussten,

wurden ersatzweise 5 weitere Völker mit in den Versuch aufgenommen. Nur für 3 dieser Völker waren zu Beginn der Rapstracht Daten über die Volkstärke erhoben worden, nicht jedoch über den *Varroa*-Befallsgrad.



**Abb. 3:** Schematische Darstellung des Managements der Bienenvölker;  
**Versuchsvariante 3** - Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker

Berücksichtigt wurden bei der Gruppenzuordnung:

- Anzahl der Bienenvölker pro Gruppe; infolge der geplanten Vereinigung von je 2 Muttervölkern der Versuchsgruppe musste die Gruppengröße geradzahlig sein (10 Versuchsvölker bzw. 12 Kontrollvölker),
- Gewichtszunahme der Bienenvölker während der Rapstracht,
- Alter der Königinnen,
- Volksstärke (Anzahl besetzter Zargen).

Den Versuchsvölkern wurde zur Zeit des aufkommenden Schwarmtriebes die **gesamte verdeckelte Brut entnommen** (19.06.2001) wobei die Bienen jeder 2. Wabe in das Muttervolk zurückgefegt wurden. Die zurückgelassenen Waben mit offener Brut wurden mit Reißzwecken gekennzeichnet. Aus der entnommenen Brut wurden am Standort der

Muttervölker Ableger gebildet, und mit einer schlupffreien Edلزelle versehen. Die Flugbienen konnten zu den Muttervölkern zurückkehren.

**Die bei der ersten Schröpfung am 19.06. in den Völkern zurückgelassene offene Brut wurde nach entsprechender Verdeckelung ebenfalls entnommen** (29.06.), wobei sich die bei der ersten Schröpfung vorgenommene Kennzeichnung der zurückgelassenen offenen Brutwaben mit Reißzwecken als sehr vorteilhaft für eine schnelle Durchführung dieses Eingriffes erwies. Aus der Brut (1-2 Waben/Volk) wurden am selben Standort Sammelbrutableger gebildet, sodass die Flugbienen zu den Muttervölkern zurückkehren konnten.

Hervorzuheben ist bei dieser Variante, dass die **Versuchsvölker** nach zweimaliger Schröpfung zwar zunächst während der laufenden Sommertracht einzeln weitergeführt, jedoch zu Beginn der folgenden Sonnenblumentracht (18.07.) **jeweils 2** von ihnen **miteinander vereinigt** worden sind (Abb. 3). Damit sollte einerseits verhindert werden, mit geschwächten Völkern in den Winter zu gehen, andererseits sollte das Leistungspotential der jeweils zwei Königinnen weitgehend ausgeschöpft werden.

In Vorbereitung dieser Vereinigung wurden den guten Völkern bei der vorangehenden Honigernte zwei Zargen belassen, den schwächeren nur eine. Daraus sollten im Zuge der Vereinigung wieder dreizargige Völker entstehen. Im Zuge der Wanderung war es möglich, die aufgrund unterschiedlicher Volksstärke und unterschiedlichem Alter der Königin jeweils miteinander zu vereinigenden Völker direkt nebeneinander zu stellen. Um die Vereinigung möglichst komplikationslos zu vollziehen, wurden die aufzusetzenden Völker am Vormittag (11.00 Uhr) des 19.07. bei vollem Bienenflug über Eck um ca. 10m verstellt. Die Flugbienen dieser Völker mussten sich daher bereits bei ihren Partnern einbetteln. Die während der Honigernte am 17.07. gekäfigten Weiseln der aufzusetzenden Völker wurden gegen 15.00 Uhr entnommen und die Völker mittels nassem Zeitungspapier auf ihre Partner aufgesetzt. Weiselverluste traten infolge der Vereinigung nicht auf. Vielfach wird in der Literatur auch beschrieben, bei der Vereinigung eines weisellosen Volkes mit einem weiselrichtigen letzteres obenauf zu setzen. Die Weisel wäre dann besser geschützt. Jedoch gehen die Meinungen hierzu auseinander. Diese Art der Vereinigung konnte schon deshalb nicht praktiziert werden, weil der obere Volksteil zum Honigraum werden sollte. Die dafür erforderliche Vorbereitung (Entnahme der Vorräte) hätte beim weiselrichtigen Volk vermutlich zu einer beträchtlichen Störung der Volksharmonie geführt.

Die Kontrollvölker wurden nicht geschröpft. Ihnen wurde aber ebenso wie bei der Versuchsgruppe die verdeckelte Drohnenbrut ( $1.658 \pm 414$  Zellen) bis zum Zeitpunkt der 2. Schröpfung der Versuchsvölker ( $2.001 \pm 364$  Zellen) ausgeschnitten ( $n=12+10$ ; t-Test n.s.).

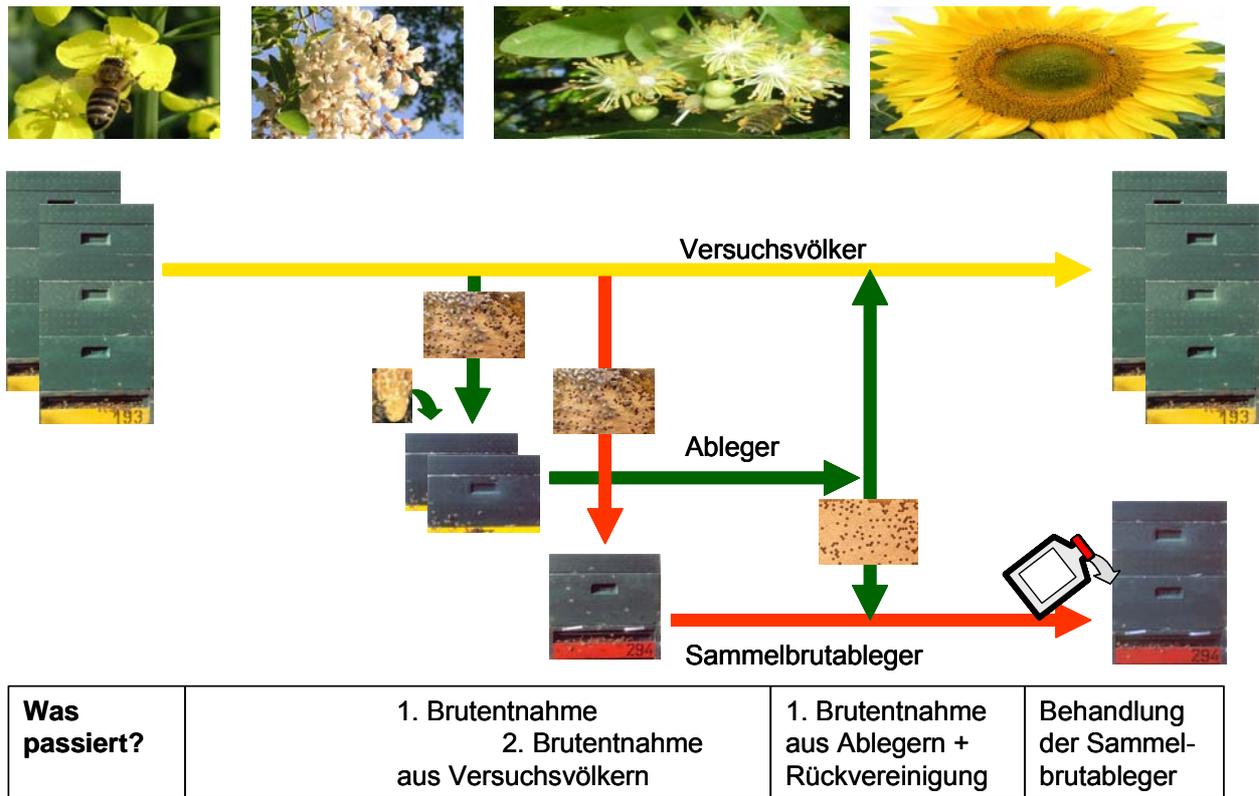
Alle Völker wurden zum gleichen Termin bearbeitet. Honig wurde drei mal geerntet (nach jeder Tracht). Alle Völker wurden ab 28.08.2001 einer Langzeitbehandlung mit 140 ml Ameisensäure 60 %ig im „Nassenheider Verdunster horizontal“ gegen Varroose unterzogen. Am 04.09. wurden die Verdunster erneut mit 140 ml (auf)gefüllt. Pro Volk wurde ein Verdunster in eine Leierzarge über Kunststoffabsperrgitter mit dem horizontalen Verdunstungstuch gestellt. Für zweizargige Völker wurde der große Docht (Tropfnase 20 mm breit) verwendet, für einzargige Völker der mittlere (Tropfnase 12 mm breit).

Entsprechend subjektiver Beurteilung von Bautrieb und Bauvermögen des jeweiligen Volkes sowie der Praktikabilität erhielten die Versuchsvölker durchschnittlich 3,7 Mittelwände ( $\pm 1,4$ ) und die Kontrollvölker 6,1 ( $\pm 1,0$ ), die sie zu Waben ausbauten.

Ab 14.09.2000 wurden alle Völker und Ableger entsprechend ihrer Anzahl besetzter Zargen mit 21 bzw. 14 kg Apiinvert eingefüttert (Angaben zum Futter s. 2.2.1.).

#### **2.2.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers**

Infolge der Halbierung der Völkerzahl bei zweimaliger Schröpfung und anschließender Vereinigung zweier Muttervölker gemäß Versuchsvariante 3 (s. 2.2.3.) stehen entsprechend weniger Bienenvölker für die Nutzung später Trachten zur Verfügung. Deshalb sollte geprüft werden, ob es sinnvoller ist, die Ableger der ersten Schröpfung statt durch eine medikamentöse Behandlung ebenfalls durch Entnahme verdeckelter Brut zu sanieren und dann mit ihren Muttervölkern zurückzuvereinigen. **Den Versuchsvölkern wurde zum Zeitpunkt des aufkommenden Schwarmtriebes die gesamte verdeckelte Brut entnommen, die dabei zurückgelassene offene Brut 10 Tage später im dann verdeckelten Zustand. Aus der Brut der ersten Schröpfung wurde jeweils ein Ableger pro Volk gebildet und mit einer schlupffreien Weiselzelle versehen; die Brut der zweiten Schröpfung wurde zu Sammelbrutablegern jeweils zweier Völker zusammengefügt. Nachdem die in die Ableger gegebene Brut geschlüpft und die erste Brut der jungen Königinnen verdeckelt war, wurde diese samt darin befindlichen Milben ohne Bienen entnommen und den Sammelbrutablegern zugefügt. Die geschröpften Ableger jedoch wurden den Muttervölkern zu Beginn der nächsten Tracht wieder aufgesetzt, um sie zu verstärken (Abb. 4).**



**Abb. 4:** Schematische Darstellung des Managements der Bienenvölker;  
**Versuchsvariante 4 - Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinerung eines teilsanierten Ablegers**

Für diesen Versuch wurden im Jahre 2000 20 Bienenvölker der Rasse Carnica herangezogen. Die Völker saßen, wie in den meisten anderen Versuchsvarianten auch, in Segeberger Kunststoff-Magazinbeuten mit hohem Gitterboden (Eigenbau-Holzkonstruktion mit vollflächigem Drahtgitter).

Aufgrund der deutlichen phänologischen Verfrühung, die sich vom Frühjahr bis in den Spätsommer hinzog, weichen die für die Versuchsdurchführung gewählten Termine z.T. deutlich von „normalen“ Jahren ab.

Mit den Völkern wurden Winterraps (ab 26.04.2000), Robinie (ab 15.05.), Linde (ab 04.06.) und Sonnenblume (ab 30.06.) genutzt.

Die Zuordnung der einzelnen Völker zur Versuchs- bzw. Kontrollgruppe erfolgte am 12.05., unmittelbar vor der Wanderung in die Robinientracht. Dadurch war es möglich, die Völker aufgrund der bis zu diesem Zeitpunkt erhobenen Daten der Versuchs- und der Kontrollgruppe

so zuzuordnen, dass beide Gruppen zu Versuchsbeginn in den entscheidenden Merkmalen weitgehend gleich waren. Berücksichtigt wurden bei der Gruppenzuordnung:

- Anzahl der Bienenvölker pro Gruppe (jeweils 10),
- Befallsgrad der Bienen mit *Varroa*-Milben,
- Gewichtszunahme der Bienenvölker während der Rapstracht,
- Alter der Königinnen,
- Volksstärke (Anzahl besetzter Zargen).

Auf eine durchgehende Populationsschätzung aller Völker vor Versuchsbeginn musste verzichtet werden. Hier stehen nur die Daten jener Völker zur Verfügung, die bereits im Vorjahr in Versuche eingebunden waren und im Frühjahr 2000 abschließend geschätzt wurden. Eines der Versuchsvölker wurde unmittelbar vor der letzten Schätzung durch Vandalen umgekippt, und verlor zunächst deutlich an Volksstärke, weshalb es in dieser Schätzung nicht berücksichtigt werden konnte.

Ebenso wie in den Varianten 2.2.1. und 2.2.3. wurde den Versuchsvölkern zur Zeit des aufkommenden Schwarmtriebes die **gesamte verdeckelte Brut mit ansitzenden Bienen entnommen** (02.06.2000). Aufgrund der phänologischen Verfrühung erfolgte dieser Eingriff jedoch erst nach der Robinientracht. Aus der Brut wurden am selben Standort Ableger gebildet. Dadurch konnten die Flugbienen zum Muttervolk wieder zurückkehren. Die Ableger erhielten jeweils eine schlupffreie Edelizele zugesetzt.

Die in den Versuchsvölkern **zurückgelassenen Waben mit ausschließlich offener Brut** wurden mit Reißzwecken gekennzeichnet und **10 Tage später** (12.06.) **im verdeckelten Zustand ebenfalls entnommen**. Aus dieser Brut wurden Sammelbrutableger gebildet, die wiederum mit schlupffreien Edelizellen versehen wurden.

Im Gegensatz zu den bisherigen Varianten wurde nun versucht, auch die Ableger mittels Brutentnahme zu sanieren, um diese dann für die Spättrachtnutzung mit ihren Muttervölkern zurückzuvereinigen. **Aus den Ablegern der ersten Schröpfung** wurden deshalb 27 Tage nach ihrer Erstellung die Weiseln und die **verdeckelten Brutwaben ohne Bienen entnommen** (29.06.) und durch Jungfernwaben ersetzt; die Waben mit ausschließlich offener Brut wurden mit Reißzwecken gekennzeichnet und blieben in den Ablegern zurück. Die bienenfreien Brutwaben wurden auf die Ableger der 2. Schröpfung gesetzt, die **Rest-Ableger** mittels Drahtgitterboden und separatem Flugloch am Morgen des 30.06. unmittelbar vor der Wanderung in die Sonnenblume **auf die Muttervölker**. Nach vier weiteren Tagen (04.07.) wurde auf der/den Brutwabe/n des aufgesetzten Ablegers die Weiselzellen ausgebrochen und diese mit den Honigwaben aus der vorherigen Tracht (Randwaben) in den oberen Brutraum des Muttervolkes umgehängt, um gegen dort befindliche frische Honigwaben der aktuellen

Sonnenblumentracht ausgetauscht zu werden. Die Bienen dieser Waben wurden zuvor jeweils in den Raum abgefegt, in dem sie sich bisher befanden. Das bisherige Drahtgitter wurde durch Absperrgitter und Zeitungspapier ersetzt, um die Rückvereinigung endgültig zu vollziehen.

Die Kontrollvölker wurden während des gesamten Jahres nicht geschröpft. Verdeckelte Drohnenbrut wurde ihnen wie bei den Versuchsvölkern bis zum Zeitpunkt der 2. Schröpfung ausgeschnitten ( $2.496 \pm 460$  bzw.  $1.810 \pm 352$ ;  $n=10+10$ ; t-Test n.s.). Vor der ersten Schröpfung stimmten die Werte beider Gruppen völlig überein (Kontrollvölker  $1.150 \pm 272$ , Versuchsvölker  $1.097 \pm 254$ ).

Die Ableger der 2. Schröpfung (Sammelbrutableger) erhielten am 18.07. und 24.07.2000 jeweils 140 ml Ameisensäure 60 %ig im „Nassenheider Verdunster horizontal“.

Alle Völker wurden zum gleichen Termin bearbeitet. Honig wurde vier mal geerntet (nach jeder Tracht).

Alle Völker wurden ab 07.08.2000 einer Langzeitbehandlung mit Ameisensäure gegen Varroose unterzogen. Dazu wurden „Nassenheider Verdunster horizontal“ verwendet, die am 16.08. erneut mit 140 ml Ameisensäure 60 %ig gefüllt wurden. Pro Volk wurde ein Verdunster in eine Leerzarge über Kunststoffabspergitter mit dem horizontalen Verdunstungstuch gestellt. Für zweizargige Völker wurde der große Docht (Tropfnase 20 mm breit) verwendet, für einzargige Völker der mittlere (Tropfnase 12 mm breit).

Entsprechend subjektiver Einschätzung des Bautriebes, des Bauvermögens und der Praktikabilität erhielten die Versuchsvölker durchschnittlich 9,8 ( $\pm 0,9$ ) Mittelwände und die Kontrollvölker 11,5 ( $\pm 1,3$ ), die sie zu Waben ausbauten.

Alle Völker und Ableger wurden ab 15.09.2000 entsprechend ihrer Anzahl besetzter Zargen mit 21 bzw. 14 kg Apiinvert eingefüttert (Angaben zum Futter s. 2.2.1.). Dieser Einfütterung ging ab 31.08.2000 eine Reizfütterung mit Honiglösung 1:1 voraus, bei der alle zwei Tage 600 ml/Volk bzw. Ableger verabreicht wurden.

### **2.2.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers**

Dieser Versuch wurde aufbauend auf der vorangehenden Versuchsvariante 4 (s. 2.2.4.) durchgeführt und im Folgejahr wiederholt. Hierbei sollte eine noch bessere Sanierung jener Ableger der ersten Schröpfung gelingen, die anschließend wieder mit den sanierten



Mit diesen Völkern wurden 4 Trachten genutzt - Winterraps (ab 07.05.2001 bzw. 02.05.2002), Robinie (ab 31.05.2001/2002), Linde (ab 20.06.2001 bzw. 16.06.2002) und Sonnenblume (ab 16.07.2001 bzw. 10.07.2002).

Die Zuordnung der einzelnen Völker zur Versuchs- bzw. Kontrollgruppe erfolgte unmittelbar vor der 1. Schröpfung, die im Jahre 2001 am 29.05. und 2002 am 28.05. vorgenommen wurde. Dadurch war es möglich, die Völker aufgrund der bis zu diesem Zeitpunkt erhobenen Daten der Versuchs- und der Kontrollgruppe so zuzuordnen, dass beide Gruppen zu Versuchsbeginn in den entscheidenden Merkmalen weitgehend gleich waren. Berücksichtigt wurden bei der Gruppenzuordnung:

- Anzahl der Bienenvölker pro Gruppe (jeweils 12),
- Befallsgrad der Bienen mit *Varroa*-Milben,
- Gewichtszunahme der Bienenvölker während der Rapstracht,
- Alter der Königinnen,
- Volksstärke (Anzahl besetzter Zargen).

Im Jahr 2002 musste für den optimalen Ausgleich der Gruppen auf 2 Reserve-Völker zurückgegriffen werden, bei denen im Frühjahr keine Populationsschätzung vorgenommen worden war.

Entsprechend der subjektiven Beurteilung von Bautrieb und Bauvermögen des jeweiligen Volkes sowie der Praktikabilität erhielten die Versuchsvölker im Versuchsjahr 2001 durchschnittlich 13,2 ( $\pm 0,9$ ) Mittelwände und die Kontrollvölker 14,2 ( $\pm 1,8$ ), die sie zu Waben ausbauten. Im Jahre 2002 waren es bei den Versuchsvölkern 16,9 ( $\pm 1,6$ ) und bei den Kontrollvölkern 15,0 ( $\pm 1,9$ ).

### Versuchsjahr 1

Wie in den Versuchsvarianten 1, 3 und 4 (s. 2.2.1., 2.2.3., 2.2.4.) wurde den **Versuchsvölkern** unmittelbar nach der Rapstracht, die **gesamte verdeckelte Brut mit ansitzenden Bienen entnommen** (29.05.2001). Aus der Brut wurden am selben Standort **Ableger gebildet**, wobei von jeder zweiten Brutwabe die Bienen zurück in's Muttervolk gefegt wurden. Die restlichen Flugbienen konnten zu den Muttervölkern zurückkehren, die erst am Morgen des 31.05. in die Robinientracht abgewandert worden sind. Die Ableger erhielten noch jeweils eine schlupffreie Edelizele zugesetzt. Die in den Versuchsvölkern **zurückgelassenen Waben mit ausschließlich offener Brut** wurden mit Reißzwecken gekennzeichnet und im Gegensatz zur Versuchsvariante 1 (s. 2.2.1.), aber in Übereinstimmung mit den Varianten 3 und 4 (s. 2.2.3., 2.2.4.), 9 Tage später (07.06.2001) **im**

**verdeckelten Zustand ebenfalls entnommen.** Aus dieser Brut wurden **Sammelbrutableger gebildet**, die, am Heimatstand angekommen, wiederum mit Edelfellen versehen worden sind.

Ebenso wie in der Versuchsvariante 4 (s. 2.2.4.) wurden **aus den Ablegern der ersten Schröpfung** 28 Tage nach ihrer Bildung die Weiseln und die **verdeckelten Brutwaben ohne Bienen entnommen** (26.06.2001); die Waben mit ausschließlich offener Brut wurden mit Reißzwecken gekennzeichnet und blieben in den Ablegern zurück. Die bienenfreien Brutwaben wurden auf die Ableger der 2. Schröpfung der Versuchsvölker (Sammelbrutableger) gesetzt. Die nun teilsanierten **Rest-Ableger** wurden **mittels Drahtgitterboden** und separatem Flugloch am Morgen des 28.06.2001 auf die seit 20.06. in der Lindentracht stehenden **Muttervölker aufgesetzt**. Das Drahtgitter wies eine Maschenweite von 0,6mm auf, so dass die im Ableger immer noch verbliebenen *Varroa*-Milben im Gegensatz zur Versuchsvariante 4 (s. 2.2.4.) nicht zum Muttervolk gelangen konnten, sondern bei Bedarf die verbliebene offene Brut des Ablegers zur Fortpflanzung nutzen mussten. Nach sieben weiteren Tagen (05.07.) wurde(n) im Gegensatz Versuchsvariante 4 (s. 2.2.4.) die **Brutwabe(n) des aufgesetzten Ablegers im weitgehend verdeckelten Zustand ohne Bienen entnommen** und den Sammelbrutablegern aufgesetzt. Das bisherige Drahtgitter wurde gegen Zeitungspapier ausgetauscht, um die **Rückvereinigung endgültig** zu vollziehen. Auf das Absperrgitter wurde verzichtet, da sich im Honigraum ausschließlich Jungfernwaben befanden, die ab diesem Zeitpunkt kaum noch bebrütet werden. Auch den Kontrollvölkern wurden zwecks besserer Vergleichbarkeit die Absperrgitter entnommen.

Die Ableger aus der ersten Schröpfung der Versuchsvölker sind somit 37 Tage nach ihrer Bildung zurückvereinigt worden. Für eine möglichst umfassende Sanierung der Ableger ist entscheidend, dass zwischen der Ablegerbildung und der endgültigen Rückvereinigung mindestens 29 Tage liegen. Dies erklärt sich wie folgt: Die Entwicklungsdauer der in die Ableger gegebenen Brut, aus denen Arbeiterinnen und zu einem geringen Teil Drohnen entstehen, beträgt vom Ei bis zum Schlupf aus der verdeckelten Zelle 21 bzw. 24 Tage (HÜSING et al. 1987). Mit dem Schlupf der imaginalen Stadien von Arbeiterin und Drohn erhalten auch die *Varroa*-Milben am Ende des Reproduktionszyklusses die Möglichkeit, die Brutzellen zu verlassen. Während Muttermilben in der Regel sofort nach dem Schlupf eine neue Zelle parasitieren, dringen Tochtermilben aus Arbeiterinnenzellen deutlich überwiegend nach 6-8 Tagen und solche aus Drohnenzellen nach 3-5 Tagen erneut in Brutzellen ein (SCHULZ 1983, AL-GHZAWI 1992 b).

Die Kontrollvölker wurden während des gesamten Jahres nicht geschröpft. Drohnenbrut wurde aber wie bei den Versuchsvölkern bis zum Zeitpunkt der 2. Schröpfung ausgeschnitten.

Bei den Kontrollvölkern waren das 2.386 ( $\pm 654$ ) Zellen und bei den Versuchsvölkern 2.118 ( $\pm 525$ ; t-Test n.s.).

Die Ableger der 2. Schröpfung (Sammelbrutableger) wurden ab 20.07.2001 vier mal im Abstand von einer Woche mit Ameisensäure behandelt (Schwammtuch ca. 200 x 200 x 5 mm mit 60%iger Ameisensäure p.a. 30ml/Zarge von oben).

Alle Völker wurden zum gleichen Termin bearbeitet. Honig wurde vier mal, also nach jeder Tracht, geerntet. Alle Völker wurden ab 28.08.2001 einer Langzeitbehandlung mit Ameisensäure gegen Varroose unterzogen. Dazu wurden „Nassenheider Verdunster horizontal“ verwendet, die am 04.09.2001 erneut mit 140 ml 60 %iger Ameisensäure p.a. gefüllt wurden. Wie in den Vorjahren wurde pro Volk ein Verdunster in eine Leerzarge über Kunststoffabsperrgitter mit dem horizontalen Verdunstungstuch gestellt. Für zweizargige Völker wurde der große Docht (Tropfnase 20 mm breit) verwendet, für einzargige Völker der mittlere (Tropfnase 12 mm breit). Da der Milbenfall nach Ablauf weiterer drei Wochen nur unzureichend nachließ, wurde am 04.10.2001 eine Kurzzeitbehandlung mit Ameisensäure nachgeschoben (Schwammtuch mit 60 %iger Ameisensäure 30ml/Zarge von oben).

Ab 14.09.2001 wurden alle Völker und Ableger entsprechend ihrer Anzahl besetzter Zargen mit 21 bzw. 14 kg Apiinvert eingefüttert (Angaben zum Futter s. 2.2.1.).

## Versuchsjahr 2

Die 2002 durchgeführte Wiederholung des Versuches erfolgte in allen Punkten inhaltlich übereinstimmend mit dem Vorjahr, mit zwei Ausnahmen: Die jungen Königinnen wurden nicht als schlupffreie Weiselzelle, sondern erst nach ihrem Schlupf und dem Zeichnen den Ablegern mittels Zweitschlupfzelle zugesetzt, um einerseits ein 100 %iges Schlupfergebnis zu gewährleisten, andererseits die jungen Königinnen leichter wiederzufinden. Zudem wurden die in den Ablegern begatteten jungen Königinnen nicht wie im Vorjahr vor dem Aufsetzen der Ableger auf die Muttervölker entnommen, sondern stattdessen darin belassen. So konnten sie weiterhin Brut anlegen und ermöglichten im Bedarfsfall eine integrierte Umweiselung der Muttervölker. Im Zuge der endgültigen Rückvereinigung der Ableger mit den Muttervölkern wurden bei 6 Volkseinheiten die Jungweiseln der Ableger entnommen, bei den anderen 6 die alten Weiseln der Muttervölker. Zwecks harmonischer Vereinigung der beiden Einheiten wurde jeweils eine Lage nasses, mit wenigen Schlitzern versehenes Zeitungspapier zwischen Muttervolk und Ableger gelegt.

Wie im Vorjahr und übereinstimmend mit der Versuchsvariante 4 (s. 2.2.4.) wurde keinerlei Unruhe infolge der Rückvereinigung beobachtet. Weiselverluste gab es ebenfalls nicht.

Bezüglich der Termine gab es entsprechend der phänologischen Entwicklung geringfügige Abweichungen vom Vorjahr. Diese betrafen insbesondere die kürzere Trachtperiode der Robinie, die in beiden Jahren ab 31.05. genutzt worden ist, und den im Vergleich zum Vorjahr deutlich früheren Blühbeginn der wiederum zur Trachtnutzung vorgesehenen Sommerlinde (*Tilia platyphyllos* SCOP.; 16.06.2002 statt 20.06.2001). Ebenso musste die Sonnenblume früher angewandert werden (10.07.2002 statt 16.07.2001). Zudem sollten die zurückzuvereinigenden Ableger etwa zeitgleich mit den Muttervölkern zur Trachtnutzung der Linde bereitstehen:

- Bildung der Ableger (1. Schröpfung der Versuchsvölker): 28.05.2002
- Bildung der Sammelbrutableger (2. Schröpfung der Versuchsvölker): 07.06.2002
- Aufsetzen der Ableger auf die Muttervölker: 18.06.2002
- Vorbereitung der Ableger zur Rückvereinigung (1. Schröpfung): 24.06.2002
- Endgültige Rückvereinigung der Ableger mit den Muttervölkern (2. Schröpfung): 27.06.2002
- Behandlung der Sammelbrutableger mit Ameisensäure (Schwammtuch ca. 200 x 200 x 5 mm, mit 60%iger Ameisensäure p.a. 30 ml/Zarge von oben): 03.08. + 10.08. + 18.08.2002
- Behandlung der Versuchs- und Kontrollvölker mit Ameisensäure:
  - \* Nassenheider Verdunster horizontal (je 140 ml Ameisensäure p.a. 60 %ig von oben): 17.08. + 26.08.2002
  - \* Schwammtuch (60%ige Ameisensäure p.a. 30 ml/Zarge von oben): 03.09.2002
- Einfütterung der Völker und Ableger mit 21 bzw. 14 kg Apiinvert ab: 10.09.2002

Auch im Versuchsjahr 2002 wurden die Kontrollvölker selbstverständlich nicht geschröpft. Aber die verdeckelte Drohnenbrut wurde wie im Vorjahr übereinstimmend mit den Versuchsvölkern bis zum Zeitpunkt ihrer zweiten Schröpfung ausgeschnitten. Bei den Kontrollvölkern waren das 1.250 ( $\pm 316$ ) Zellen und bei den Versuchsvölkern 1.240 ( $\pm 272$ ; t-Test n.s.).

## 2.3. Datenerfassung

### 2.3.1. Volks- und Bestandsentwicklung

Die **Volksentwicklung**, auch als Populationsentwicklung der Bienenvölker bezeichnet, wurde beginnend im Frühjahr des Versuchsjahres anhand von **Populationsschätzungen nach der „Liebefelder Methode“** (GEHRIG 1983, IMDORF et al. 1987, LIEBIG 1998 a) jeweils 1 Jahr lang mit unterschiedlichen zeitlichen Abständen verfolgt. Bei dieser Methode werden

Brut und Bienen getrennt erfasst und ergeben zusammen die Volksstärke, ohne in einen gemeinsamen Wert zu münden. Die mit dieser Methode erzielten Schätzwerte zeigen mit  $0,92 < r < 0,97$  eine hohe Korrelation mit der tatsächlichen Volksstärke (BÜCHLER 2001).

Um eine ebenso hohe Schätzgenauigkeit zu erzielen, wurden die Bienenvölker früh morgens, möglichst noch vor Beginn des Flugbetriebes, geöffnet und die entnommenen Waben mittels eines drahtbespannten Rähmchens des selben Wabenmaßes optisch in **10\*10 cm große Quadrate** eingeteilt. Diese stellten jeweils **eine Einheit Bienen (= 125 Arbeiterinnen)** bzw. **1 Einheit Arbeiterinnenbrut (= 400 Zellen)** oder **Drohnenbrut (= 230 Zellen)** dar. Die prozentuale Besatzstärke der einzelnen Quadrate wurde geschätzt. Drohnen blieben unberücksichtigt, da sie weder an der Aufzucht der Brut noch am Honigertrag der Völker direkten Anteil haben. Bei einsetzendem Bienenflug wurden vor Öffnen der jeweiligen Beute die innerhalb einer Minute ausfliegenden Bienen gezählt. Unter der Voraussetzung, dass die Arbeiterinnen durchschnittlich nach etwa 20 Minuten vom Sammelflug zurückkehren, entspricht 1 ausfliegende Biene/Minute ca. 20 Bienen außerhalb des Stockes. Aufgrund der Ungenauigkeit dieses Wertes wurden die Populationsschätzungen bei maximal 60 Flugbienen/Minute abgebrochen und am folgenden Tag fortgesetzt. Eine Populationsschätzung an allen Völkern eines Standes erstreckte sich aus diesem Grunde in der Regel über 3-5 Tage. Ebenfalls im Interesse einer möglichst hohen Schätzgenauigkeit wurde mit der Populationsschätzung jeweils an der unteren Zarge begonnen. Andernfalls hätte die Gefahr bestanden, dass aus den oberen Zargen Bienen in das Volk abfliegen, dort Unruhe verursachen und zudem zweimal in die Schätzung eingehen.

Zusätzlich zum Brutumfang (Anzahl der Brutzellen) wird der Anteil verdeckelter Arbeiterbrut angegeben. Aufgrund der Entwicklungszeit der verschiedenen Brutstadien (Ei = 3 Tage, Larve = 6 Tage, verdeckelte Phase = 12 Tage) lassen sich aus dem Anteil verdeckelter Brut Entwicklungstendenzen des Bienenvolkes erkennen. Liegt der Anteil verdeckelter Arbeiterinnenbrut bei 57 % ist eine Plateauphase erreicht. Liegt er darunter, ist zu erwarten, dass der Brutumfang steigt. Ist er höher, wird dagegen weniger Brut angelegt. Darüber hinaus ist verdeckelte Brut auch bei ungünstigen Lichtverhältnissen gut erkennbar und daher sicherer zu schätzen als deutlich jüngere Brutstadien.

Im Rahmen der Populationsentwicklung wurde zudem die **Überwinterungsquote** als prozentualer Anteil der von den eingewinterterten bis zum Stichtag 30.04. des auf das Versuchsjahr folgenden Jahres überlebenden Völker ermittelt. Ergänzt wird die Überwinterungsquote um die **Nachkommenrate**, den auf den Anfangsbestand des Versuchsjahres bezogenen prozentualen Anteil aus Ablegern herangezogener Jungvölker. Überwinterungsquote der Völker und Quote der pro Volk überwinterten Jungvölker ergeben in Summe die **Bestandsentwicklung** in Prozent.

### 2.3.2. Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen

In der Literatur werden hierfür verschiedene Methoden dargestellt, häufig fehlen jedoch Aussagen zum Aufwand und zur Genauigkeit der Ergebnisse. So empfehlen z.B. SCHABANOFF et al. (1981) 100 – 200 Jungbienen in eine Flasche abzukehren, mit Äther zu narkotisieren und sowohl die Bienen als auch die an der Flaschenwandung klebenden Milben auszuzählen. Untersucht man dagegen die **verdeckelte Arbeiterinnenbrut**, wird eine genaue Bestimmung des Befallsgrades erschwert weil die Milben hier nicht homogen verteilt, sondern geklumpt vorzufinden sind (BÜCHLER 1989, FLORIS 1997). MAUL (1984) und RADEMACHER (1985) kommen zu dem Schluss, dass Ergebnisse aus einer weiteren Untersuchungsmethode, der Kontrolle des **natürlichen Milbenfalls** in keinem Zusammenhang mit dem Milbenfall nach Behandlung stehen. Sicherlich ist dies auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Insbesondere die unterschiedliche Volksstärke, auf die sich die absoluten Milbenzahlen beziehen, dürfte hier eine wesentliche Rolle spielen. Zudem kann ein Teil der Milben von Ameisen weggetragen oder von Rankmaden (Raupen der Wachsmotten) aufgefressen worden sein (RADTKE 1995). Allerdings beschreibt FREMUTH (1984) ein Verhältnis von 1:120 zwischen dem täglichen Milbenfall und der Milbenpopulation des Bienenvolkes, um letztere im Zeitraum Juni-Oktober mit einer Genauigkeit von  $\pm 300$  zu ermitteln. Nach LIEBIG (1999 b) lassen sich die Unterschiede zwischen den Aussagen der vorgenannten Autoren aufklären: Der natürliche Milbenfall ist nicht nur vom Befallsgrad sondern auch vom Brutumfang abhängig. In brütenden Völkern mit schwachem Befall ( $< 1.000$  Milben/Volk) stehe eine Milbe im natürlichen Milbenfall für 200-300 Milben im Volk. Bei sehr starkem Befall ( $> 10.000$  Milben/Volk) sinkt dieses Verhältnis auf 1:100. In brutfreien Völkern steigt das Verhältnis dagegen auf 1:500 (LIEBIG 2005).

Nach FUCHS (1985), der die Untersuchung von Bienen- und Brutproben miteinander verglich, stellt jedoch das Auswaschen einer ca. 500 Arbeiterinnen umfassenden **Bienenprobe** mit einer Haushaltspülmittel-Lösung eine gute und einfach handhabbare Methode dar, sofern man die ungleichmäßige Verteilung der Milben zwischen Brut- und Randbereich des Bienenvolkes berücksichtigt. Diese Methode geht offenbar auf WOELKE zurück, der sie lt. RITTER und RUTTNER (1980 a) bereits 1967 zum Auswaschen von Milben aus Fellen und Federn beschrieb. Letztgenannte Autoren beschreiben, dass bei der Untersuchung einer aus 500 Bienen bestehenden Bienenprobe ein Befallsgrad von mehr als 1 % mit 99 %iger Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden kann. Während RITTER (1980) bei 15-minütigem Rütteln mit einem automatischen Rüttler in Waschbenzin im Durchschnitt über 99 % aller Milben auswaschen kann, in einer Spülmittellösung (Wasser mit Detergentienzusatz) dagegen nur 91 %, kommt es nach JONG et al. (1982) auf die Dauer

bzw. Intensität der Einwirkung an. Bei 30 Minuten langem mechanischen Schütteln in einem rotierenden Schüttler spielen das Lösungsmittel keine Rolle mehr. Allerdings setze dies frisch getötete Bienen voraus. Auf die für Waschbenzin erforderliche Nutzung eines Abzuges kann bei der Verwendung eines Haushaltspülmittels jedoch verzichtet werden.

Aufgrund der Aussagekraft und des zu erwartenden geringen Aufwandes wurde für die vorliegenden Untersuchungen das Auswaschen von Bienenproben präferiert.

Zur Feststellung des Befallsgrades der Bienen wurden **ca. 500 Arbeiterinnen aus dem jeweils unteren Brutraum beiderseits des Brutnestes** entnommen. Durch diese standardisierte Probenentnahme sind vergleichbare Daten innerhalb der Völker und zwischen ihnen zu erwarten. Zudem ist davon auszugehen, dass sich im genannten Bereich sowohl Stockbienen als auch Flugbienen aufhalten und so eine **repräsentative Mischprobe über die Bienen eines Volkes** entsteht. Diese ist sinnvoll, weil nach SCHNEIDER (1985) die Stockbienen etwa dreimal so stark befallen sind wie Sammlerinnen. Für Stockbienen im inneren Nestbereich ist sogar der Faktor fünf gegenüber den Flugbienen anzusetzen (KUTSCHKER und FUCHS 1999), während die Milben in der brutlosen Wintertraube homogen verteilt sind (PÄTZOLD et al. 1989). Mittels einer solchen Bienenprobe ist nach Untersuchungen von FUCHS (1985) eine relativ gute Aussage über den Befallsgrad der Bienen eines Volkes möglich, da hier der unterschiedliche Befall im Brutnest- und Randbereich berücksichtigt wird. Ebenso kann damit die Befallsentwicklung innerhalb des Bienenvolkes verfolgt werden, weil nach FUCHS (1985) zwischen dem Befall der Bienen und dem Befall der Brut ein Zusammenhang besteht.

**Die Bienen wurden mittels Kunstschwarm-Trichter in ein Glas gefegt**, dessen Deckel zwecks Atmung der Bienen mit einem knappen Dutzend 2-3 mm großen Löchern durchbrochen worden war. Während der Arbeit am Bienenstand und auf dem Transport wurden die Gläser im Schatten liegend gelagert, um ein Verbrausen der Bienen zu vermeiden. Die nummerierten Gläser wurden gewogen, mit einigen Tropfen Haushalt-Spülmittel („Fit“) versehen und mit Wasser (ca. 30 °C) aufgefüllt. Nachdem sie etwa 1/4 bis 1 Stunde standen, wurde der Inhalt per Hand geschüttelt und in ein grobes Honigsieb (Oberteil des Eimersiebes) gegeben, das über einen mit einem Sehtuch bespannten Rahmen gehalten wurde, und gleichmäßig verteilt. Mit einem scharfen Wasserstrahl (ca. 10 °C) wurden die Bienen abgespült. Die Milben ließen sich anschließend auf dem Sehtuch leicht auszählen. Durch das erneute Wiegen der Probengläser nach ihrer Trocknung konnte anhand der Gewichts Differenz die Anzahl der Bienen errechnet werden.

Als Bienengewicht gibt DROEGE (1993, S. 20) ein Durchschnittsgewicht von 0,1 g an, bei einer Variationsbreite von 0,06 bis 0,18 g in Abhängigkeit vom Füllungszustand des Darmes.

Dieser Wert kommt bei FUCHS (1985) zur Anwendung. Unklar bleibt jedoch, wie dieser Wert ermittelt worden ist. MENDE (1991) gibt mit 0,1061 g einen geringfügig höheren (Mittel-?) Wert für Anfang September an. Hierzu hat die Autorin 36 Völker mit Lachgas behandelt (je 2 Bikron-Lachgastabletten a 1,14 g Ammoniumnitrat, Fa. Kempe, Zschopau), die Bienen gewogen und offenbar von je 1000 das Gewicht bestimmt. Statistische Angaben fehlen jedoch.

Um zu einem authentischen Berechnungsfaktor für das Bienengewicht zu gelangen, wurden in Voruntersuchungen am 23.07.1993 von 37 Bienenvölkern Bienenproben nach oben beschriebem Schema entnommen und ausgewaschen. Anschließend sind die Proben komplett ausgezählt worden. Um einerseits das Auszählen zu erleichtern und andererseits keine eventuell noch anhaftende *Varroa*-Milben abhanden kommen zu lassen, wurden hierfür im Schachbrettmuster tiefgezogene Bodeneinlagen (Windeln) verwendet. Die Proben enthielten im Mittel 524,22 ( $\pm 21,64$ ) Bienen inklusive 4,53 ( $\pm 1,10$ ) Drohnen. Für Proben ohne Drohnen konnte ein mittleres Bienengewicht von 0,1182 g ( $\pm 0,0036$ ) und für Proben mit Drohnen von 0,1131 g ( $\pm 0,0023$ ) errechnet werden (Tab. 2).

**Tab. 2:** Bienengewicht für die Auswertung von Bienenproben zwecks Ermittlung des Befalls mit *Varroa destructor* (Proben vom 23.07.1993)

	Bienenproben <u>ohne</u> Drohnen	Bienenproben <u>mit</u> Drohnen	Anteil Drohnen je Probe	<b>Bienenproben gesamt</b>
Probenzahl	n = 13	n = 24		<b>n = 37</b>
<b>Mittelwert</b>	0,1182 g / Biene	0,1131 g / Biene	0,68 %	<b>0,1137 g / Biene</b>
Minimum	0,1059 g / Biene	0,0945 g / Biene	0,00 %	0,0945 g / Biene
Maximum	0,1343 g / Biene	0,1358 g / Biene	4,75 %	0,1358 g / Biene
Std.-Fehler	0,0036 g / Biene	0,0023 g / Biene	0,17 %	0,0018 g / Biene

Das mittlere Bienengewicht über alle Proben betrug 0,1137 g ( $\pm 0,0018$ ). Dieses Gewicht ist für die Ermittlung des Befallsgrades der Bienenproben im Rahmen der Versuche verwendet worden. Dieses Gewicht ist geringfügig höher als das von MENDE (1991) ermittelte, und lässt sich mit der unterschiedlichen Probennahme erklären. Da im vorliegenden Fall die Probennahme am geöffneten Volk vorgenommen worden ist, hatten die Bienen unmittelbar vor Probennahme die Möglichkeit, zusätzliche Nahrung aufzunehmen. Dies war bei MENDE (1991) infolge Probennahme nach Begasung des geschlossenen Volkes vermutlich weniger der Fall. Für die imkerliche Praxis würde stattdessen der von DROEGE (1993) angegebene Wert 0,1 g/Biene ausreichen. Denn jede Abweichung von diesem Wert um 10 % nach oben führt zu einer entsprechend geringeren Bienenzahl und lässt den errechneten Befallsgrad um 1/10 steigen. Eine unter praktischen Bedingungen vertretbare Ungenauigkeit, wie sich im Abschnitt „3. Ergebnisse / 3.2. Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen“ zeigen wird.

Nach Zählung der Bienen erfolgte deren visuelle Untersuchung auf eventuell noch ansitzende *Varroa*-Milben. Hierbei sind trotz eines mittleren Befallsgrades der Proben von 0,76 % ( $\pm 0,22$ ; max. 5,75 %) nur noch 3 Milben gefunden worden. Dies entspricht einem Anteil von 1,85 % aller gefundenen Milben ( $n=162$ ). Mit der hier beschriebenen Methode zur Untersuchung von Bienenproben auf Befall mit *Varroa destructor* lässt sich demnach eine Genauigkeit von 98,15 % erreichen. Dieser Wert trifft jedoch nur auf die Bienenprobe selbst, nicht jedoch auf den tatsächlichen Befall des Bienenvolkes zu. Bei der Probennahme kann es aufgrund des unterschiedlichen, mehr oder weniger flexiblen Bienengemisches in den einzelnen Bereichen des Bienenstockes und der ungleichmäßigen Verteilung der *Varroa*-Milben auf die unterschiedlichen Altersstadien adulter Arbeiterinnen zu erheblichen Verzerrungen im Befallsbild kommen. Daher ist eine standardisierte Probennahme, wie hier beschrieben, zweckmäßig.

Im Rahmen der durchgeführten Versuche wurden Bienenproben während der Bearbeitung der Völker entnommen. Eine gesonderte Zeiterfassung erfolgte nicht, kann aber nach Schätzung mit ½ Minute angesetzt werden. Die anschließende Untersuchung der Proben inklusive Dokumentation schlug dagegen mit durchschnittlich 5:35 min zu Buche. Hierbei war neben der Anzahl Proben innerhalb eines gleichzeitig zu bearbeitenden Probendurchgangs ( $n=3\dots 22$ ) eine starke Abhängigkeit vom Befallsgrad der Bienenproben zu verzeichnen. In einem Probendurchgang mit *Varroa*-Befallswerten bis 85 % (!) lag die mittlere Untersuchungsdauer bei 19:03 min. Die Zeiterfassung erfolgte nur für den jeweils gesamten Probendurchgang, da Einzelmessungen schon wegen der intensiven Arbeit mit Wasser unpraktikabel waren und einen unangemessen hohen Zeitaufwand erfordert hätten. Weil somit keine Einzeldaten vorliegen, andererseits der Zeitaufwand mit hoher Wahrscheinlichkeit auch von der ausführenden Person abhängt und zudem nur von dokumentarischem Wert ist, wurde auf eine eingehende statistische Auswertung verzichtet (Tab. 3).

**Tab. 3:** Arbeitszeitaufwand zum Auswaschen von Bienenproben zwecks Ermittlung des Befalls mit *Varroa destructor* ( $n=70$  Probendurchgänge mit  $n=3\dots 22$  Proben)

	Probenvorbereitung (incl. Dokumentation)	Auswaschen der Proben (incl. An- und Ablegen der Arbeitsschutzkleidung sowie Dokumentation)	Probengläser zurückwiegen (incl. Dokumentation)	<b>Zeitbedarf gesamt</b>
<b>Mittelwert</b>	00:40 min	04:36 min	00:19 min	<b>05:35 min</b>
Minimum	00:30 min	02:00 min	00:12 min	02:42 min
Maximum	01:15 min	17:15 min	00:33 min	19:03 min

Auf die hier beschriebene Weise wurde der Befallsgrad der Bienen jeweils vom Zeitpunkt der Anwanderung des Winterrapses bis zu Abschleuderung Mitte August in ca. 3wöchigem Abstand ermittelt. **Ausgenommen von der Probennahme wurden zum jeweiligen Zeitpunkt weisellose Völker.** Bei diesen tritt mangels Brut notwendigerweise ein vorübergehender starker Anstieg des Befalls der adulten Bienen auf. **Entsprechende Situationen sind an der geringeren Anzahl Proben (n) zum jeweiligen Termin erkennbar. In Einzelfällen ging das Probenglas zu Bruch und damit die Probe aufgrund des Fortgangs der Versuche unwiederbringlich verloren.**

### **2.3.3. *Varroa*-Milbenfall nach Ameisensäurebehandlung**

**Nach Trachtschluss erfolgte die medikamentöse Behandlung aller Völker zur *Varroa*-Bekämpfung mit Ameisensäure 60 % p.a. im „Nassenheider Verdunster horizontal“ über Kunststoffabsperrgitter in einer aufgesetzten leeren Zarge.** Hierbei handelte es sich um eine einfache und lt. Hersteller sichere Methode zur Applikation der Ameisensäure. Anhand des Milbenfalls, der auch bei Verwendung des größten verfügbaren Dochtes (Tropfnase 20 mm breit) und wöchentlicher Füllung mit 140 ml verschiedentlich über 2 Wochen hinaus deutlich anhielt, wurde festgestellt, dass diese Behandlung nicht grundsätzlich als ausreichend zu betrachten ist. POLACZEK et al. (2002) bestätigen mit ihren Untersuchungen, dass der „Nassenheider Verdunster horizontal“ bei zweiräumig eingewinterten Völkern in dem Falle nicht ausreichend wirkt, wenn er in einer Leerzarge obenauf gestellt wird, wie vom Hersteller empfohlen. Die Autoren empfehlen stattdessen, den Verdunster in ein Rähmchen einzubauen und dabei das Verdunstungstuch von der horizontalen Auflage auf dem Rähmchenunterträger vertikal zum Rähmchenoberträger zu ziehen. Damit sich das Rähmchenholz nicht vollsaugt, muss es mit einer Kunststoffolie geschützt werden. Dieses Rähmchen wird dann in die obere bienenbesetzte Zarge gehängt; auf die Leerzarge wird verzichtet.

Da sich die Untersuchungen von POLACZEK et al. (2002) mit den vorliegenden zeitlich überschritten, konnten sie nicht berücksichtigt werden. Deshalb wurde in vorliegenden Versuchen **bei Anzeichen einer unzureichenden Wirksamkeit** – auch 2 Wochen nach Behandlungsbeginn deutlich anhaltender Milbenfall – **eine Kurzzeitbehandlung mit dem Schwammtuch nachgeschoben.** Schließlich war ein gleichmäßiger Behandlungserfolg notwendig, um aus der Anzahl gefallener *Varroa*-Milben Rückschlüsse auf den Einfluss der zu untersuchenden Betriebsweise bezüglich der Entwicklung der Milben-Population zu ziehen.

Zur Ermittlung des Milbenfalls nach Ameisensäurebehandlung wurden unter die ganzflächigen Bodengitter der Magazinbeuten entsprechende Schubladen mit weißen, linierten **Bodeneinlagen** geschoben und 2mal wöchentlich zur **Auszählung** gewechselt. Die Bienenvölker standen während dieser Zeit auf Böcken, deren Füße mittels Büchsen von Speiseöl umgeben waren. Ameisen hatten somit keinen Zugang zu den herabfallenden Milben. Die Beuten standen auch nicht unter Bäumen, sodass Ameisen hätten herabfallen können. Dies ist insofern von Bedeutung, weil Ameisen *Varroa*-Milben wegtragen und auf diese Weise die zu erhebenden Daten verfälschen können (RADTKE 1995, BIENEFELD et al. 1999 b). Gezählt wurden nur die braun ausgefärbten, also potentiell reproduktionsfähigen *Varroa*-Weibchen.

#### 2.3.4. Nettogewichtszunahme

Das **Gewicht der Bienenvölker** wurde ab dem Zeitpunkt der Anwanderung der Winterraps-Tracht bei allen Völkern **im wöchentlichen Rhythmus erfasst**. Vorhergehende Nektareinträge waren so gering, dass sie in aller Regel von den Völkern umgehend verbraucht wurden und daher unberücksichtigt bleiben konnten. Das bei der Anwanderung des Winterrapses ermittelte Anfangsgewicht wurde gleich Null gesetzt. **Vor und nach jeder Bearbeitung erfolgten zusätzliche Wägungen, um die hierbei entstandenen Veränderungen** (Aufsetzen von Zargen, Entnahmen von Honig, Brut und Bienen) **herauszukorrigieren**. Das Ergebnis, im imkerlichen Sprachgebrauch auch als Waagstockentwicklung bezeichnet, gibt die Nettogewichtszunahme der Bienenvölker vom Beginn bis zum Ende der Trachtnutzung an. Sie spiegelt die Honig-Leistung der Bienenvölker kontinuierlicher wieder, als es bei der Ermittlung des geernteten Honigertrages der Fall ist. Zwar wird die Nettogewichtszunahme auch vom Polleneintrag sowie von Veränderungen der Brutmenge und Anzahl adulter Bienen beeinflusst, innerhalb des betrachteten Zeitraumes von Ende April/Anfang Mai bis Mitte August sind die dadurch bedingten Schwankungen jedoch vernachlässigbar. Zudem unterliegt die Nettogewichtszunahme keinen subjektiven Einflüssen sofern man voraussetzt, dass die Bienenvölker jederzeit ausreichend Platz hatten, um sich in ihrer Beute zu entwickeln und Vorräte anzulegen. Dagegen ist die Honigernte auch davon abhängig, wie der Imker den im Volk vorhandenen bzw. zu belassenden Honigvorrat einschätzt und wie gut es ihm gelingt, allen Völkern die gleiche Vorratsmenge zu belassen.

Da sich der Erfolg oder Misserfolg einer Betriebsweise auch an der jeweiligen Trachtsituation in der betreffenden Region messen lassen muss, wurde **zum Vergleich die Nettogewichtszunahme an den Beobachtungsstationen des Landesverbandes Brandenburgischer Imker e.V.** herangezogen. Aus dieser Quelle waren verlässliche Daten **für die Region zugänglich, in der die Untersuchungen durchgeführt worden sind**. Diese

Beobachtungsstationen werden von erfahrenen Imkern geführt, was erwarten lässt, dass sie die Ertragslage in Brandenburg zumindest repräsentieren wenn nicht sogar überrepräsentieren. Die an repräsentativen Völkern dieser Imker ermittelten Waagstockergebnisse sind monatlich in der Imkerpresse veröffentlicht. Daraus konnten die Zunahmen an den Stationen für den Untersuchungszeitraum Mai bis August errechnet werden.

### **2.3.5. Honigertrag**

**Der Honigertrag wurde als Differenz des Gewichtes der aus dem jeweiligen Volk entnommenen Waben und des Gewichtes der nach dem Ausschleudern leeren Waben errechnet.** Die Waben wurden dafür mit der zugehörigen Zarge unmittelbar vor und nach der Schleuderung gewogen. Insofern geht das Gewicht der Zelldeckel in den Honigertrag ein; dies ist aber mangels Masse zu vernachlässigen. Als Honigschleudern wurden Tangentialschleudern (Selbstwende- und Korbschleudern) eingesetzt, die sich nach RADTKE (2001) durch einen hohen Leerungsgrad der Waben bei minimalem Wabenbruch auszeichnen.

Stichprobenartig wurde der Honig einiger Ernten volkweise gewonnen, um den Wassergehalt des Honigs zu bestimmen. In diesen Fällen wurde der Honig mit relativ kleinen Schleudern gewonnen, die nach jeder Schleuderung mindestens 15 min schräg gestellt wurden, um ausreichend auslaufen zu können. Eine Vermischung mit Honig einer vorangegangenen Schleuderung oder gar mit (Reinigungs-)Wasser wurde dadurch weitestgehend vermieden. Honigräume mit mehr als 10 kg Honig wurden in einer 6-Waben-Selbstwendeschleuder (Kessel-Durchmesser 770 mm) und kleinere Mengen in einer 4-Waben-Korbschleuder (500 mm) geschleudert. Beide Schleudern verfügten über einen bodenbündigen Auslauf, sodass Rest-Honig nur als minimaler Film an Kesselwand und -boden zurückbleiben konnte, ohne Chance einer messbaren Beeinflussung der folgenden Schleuderung. Zudem wurde der Honig jeweils einer Gruppe nacheinander geschleudert. Anschließend ist der Honig jedes Volkes durchmischt und eine Probe von ca. 150 g entnommen worden. Diese wurde mit einem Labor-Refraktometer entsprechend NORM DIN 10752 (AOAC-Methode) auf ihren Wassergehalt untersucht.

### **2.3.6. Entwicklung des Schwarmtriebes**

**Die Völker wurden ab Anwanderung des Winterrapses in ca. 10tägigem Abstand auf (Schwarm-)Weiselzellen kontrolliert.** Diese wurden, sofern vorhanden, dokumentiert und ausgebrochen. Da Carnica-Völker oft nur sehr wenige Schwarmzellen ziehen, wurde jedes

Vorhandensein von mindestens einer Weiselzelle im weiselrichtigen Volk als Schwarmtrieb dokumentiert. In Einzelfällen kann dadurch auch die stille Umweiselung als Schwarmtrieb erfasst worden sein. Diese tritt jedoch bei Völkern mit ein- bis zweijährigen Weiseln, wie sie in die vorliegenden Untersuchungen einbezogen wurden, erfahrungsgemäß selten auf. Die pauschale Einschätzung des Schwarmtriebes schien jedoch für diesen Zweck nicht ausreichend, zumal insbesondere die Ausprägung des Schwarmtriebes vor und nach der Schröpfung von Interesse ist.

Der guten Vergleichbarkeit wegen wird der Scharmtrieb prozentual für die jeweilige Völker-Gruppe angegeben.

Ein Abschwärmen der Völker, das zur unkontrollierten Schwächung der Völker geführt hätte, wurde über die versuchsbedingten Schröpfungen, durch Ausbrechen der Weiselzellen bei o.g. Kontrollen und durch das Kupieren eines Vorderflügels der Königinnen unterbunden.

### **2.3.7. Arbeitszeitaufwand**

Zwecks Ermittlung des erforderlichen Arbeitszeitaufwandes wurden **Zeitmessungen bei den einzelnen Arbeiten** vorgenommen. Es wurde sowohl der gesamte Zeitaufwand für die erforderliche Betreuung der Völker ermittelt (Brutto-Arbeitszeitaufwand) als auch der unmittelbare Aufwand für die Bearbeitung des einzelnen Volkes (Netto-Arbeitszeitaufwand). Zur Dokumentation des durch die Betriebsweise bedingten Mehr- oder Minderaufwandes ist der Netto-Arbeitszeitaufwand ausschlaggebend. Deshalb soll hier nur letzterer dargestellt werden. Zeiten für das Be- und Entladen des Fahrzeugs, die Fahrt zum Bienenstand, die Trachtbeobachtung, die Wanderung, Honiggewinnung u.ä. sind weniger von der Betriebsweise selbst als vielmehr von den betrieblichen Gegebenheiten abhängig. Aus diesem Grunde werden auch jene Ableger nach ihrer Bildung nicht mehr im Zeitaufwand berücksichtigt, die zu selbständigen Einheiten entwickelt wurden. Sie könnten z.B. sofort verkauft werden. Die weitere Pflege erhöht dagegen ihren Wert.

## **2.4. Datenanalyse**

### **2.4.0. Überblick**

Sowohl die deskriptive Statistik zur Beschreibung der Lage- und Streuungsmaße (insbesondere Mittelwerte, Standardfehler der Mittelwerte) als auch die beurteilende Statistik (Hypothesentests, Varianzanalysen) erfolgten mit dem SAS-Softwarepaket 9.1. Die

Zuordnung der Probanden (Bienenvölker) zu den Stichproben (Gruppe der Kontrollvölker, Gruppe der Versuchsvölker) war vor Versuchsbeginn entsprechend Zufallsprinzip jeweils so vorgenommen worden, dass sie zu diesem Zeitpunkt in den Prüfparametern (Mittelwerte, Varianzen) der zu untersuchenden Variablen (Volksentwicklung, *Varroa*-Befall der Bienen, Nettogewichtszunahme) sowie weiteren möglichen Einflussfaktoren (Anzahl besetzter Zargen, Alter der Königinnen) weitgehend übereinstimmten, also randomisierte, gleich große oder zumindest weitgehend gleich große Versuchseinheiten bildeten. Durch die unterschiedliche Behandlung der Gruppen wurden unterschiedliche Grundgesamtheiten geschaffen. Die Gleichheit der Varianzen beider Stichproben (Homoskedastizität) zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt in den untersuchten Merkmalen wurde mittels F-Test geprüft.

Während für die diskreten Variablen (Überwinterungsquote, Nachkommenrate, Bestandsentwicklung und Schwarmtrieb) die prozentualen Häufigkeiten angegeben werden, sind es für die übrigen, stetig verteilten Variablen (Volksstärke, *Varroa*-Befall der Bienen, Milbenfall nach Behandlung, Nettogewichtszunahme der Bienenvölker über einen bestimmten Zeitraum, Honigertrag und Arbeitszeitaufwand) die Mittelwerte (arithmetisches Mittel) mit zugehörigem Standardfehler (Näherungswert für die Streuung in der Grundgesamtheit). Als Resultat der statistischen Tests wird der P-Wert als das empirisch ermittelte Signifikanzniveau für die gefundenen Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe aufgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass bereits vor Versuchsbeginn davon ausgegangen wurde, dass sich die Versuchsgruppen von ihren Kontrollgruppen in Folge der Versuchsdurchführung bezüglich der Entwicklung der *Varroa*-Parasitierung signifikant unterscheiden werden. Insofern handelt es sich bei den tatsächlich gefundenen Unterschieden nicht um die Darstellung zufälliger Ergebnisse, die von geringem Aussagewert wären.

Die Stichproben für die Merkmale Volksstärke, Milbenfall nach Behandlung, Nettogewichtszunahme und Arbeitszeitaufwand der Bienenvölker über einen bestimmten Zeitraum und Honigertrag und Arbeitszeitaufwand erfüllten in der Regel die von DUFNER et al. (2002, S. 142) und SACHS (2002, S. 352) geforderten Voraussetzungen für den t-Test, der entsprechend Anwendung fand:

- zwei unabhängige Stichproben,
- gleiche Varianz in beiden Stichproben,
- Normalverteilung.

Die Ergebnisse des t-Tests als parametrischer Test wurden zur Minimierung des Fehlers 1. Art (unberechtigte Ablehnung von  $H_0$ ) mit dem U-Test nach Wilcoxon und Mann-Whitney für unabhängige Stichproben als verteilungsunabhängigem Verfahren überprüft.

Der U-Test nach Wilcoxon und Mann-Whitney für unabhängige Stichproben wurde zudem für den Vergleich der Versuchs- mit den Kontrollgruppen bezüglich des Merkmals *Varroa*-Befall der Bienen genutzt, da aufgrund des zeitweilig hohen Anteils an Proben ohne Befall nicht in allen Stichproben normalverteilte Daten erwartet werden konnten.

Für das Alternativmerkmal Überwinterungsquote wurde aufgrund des geringen Stichprobenumfangs und der somit schwach besetzten Vier-Felder-Tafel Fishers Exakter Test (SACHS 2002, S. 478 ff) verwendet, während für die Nachkommenrate und die Bestandsentwicklung aufgrund mehrerer Ausprägungsmöglichkeiten auf den Exakten Chi<sup>2</sup>-Test nach Mantel-Haenszel zurückgegriffen wurde.

Nachfolgend werden weitere Details zu einzelnen Variablen bzw. Messgrößen dargestellt.

#### **2.4.1. Volks- und Bestandsentwicklung**

Zur Beschreibung der **Entwicklung der Bienenvölker** wurden zunächst Brut und Bienen getrennt voneinander betrachtet und für jede Populationsschätzung auf Unterschiede zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen mittels t-Test parametrisch und zur Minimierung des Fehlers 1. Art (unberechtigte Ablehnung von  $H_0$ ) mit dem verteilungsunabhängigen U-Test nach Wilcoxon und Mann-Whitney für unabhängige Stichproben geprüft. Sodann wurde mittels beider die Volksstärke charakterisierende Variablen eine Multivariate Varianzanalyse über die SAS-Prozedur GLM durchgeführt. Letztlich wurde der Entwicklungsverlauf der Brut und der Bienen zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen über alle Populationsschätzungen eines jeden Versuches mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen sowohl nach Greenhouse-Geisser-Epsilon als auch Huynh-Feldt-Epsilon verglichen.

Die Variable **Überwinterungsquote** der Völker und Ableger folgt als Alternativmerkmal mit den beiden möglichen Ausprägungen überlebend/nicht überlebend einer Binomialverteilung mit den Parametern  $n$  (Anzahl Völker/Gruppe) und  $p$  (Häufigkeit einer der möglichen Ausprägungen der Variable). Die Frequenz der Ausprägung wurde aufgrund der geringen Anzahl an Erwartungswerten mit Fisher's Exaktem Test geprüft, der jedoch lange an der Nullhypothese festhält (SACHS 2002, S. 267 ff, 450 ff, 478 ff).

Die Nachkommenrate kann mehrere Werte annehmen. Deshalb wurden die Versuchs- und Kontrollgruppen bezüglich dieses Merkmals ebenso wie in Bezug die Bestandsentwicklung mittels Exaktem Chi<sup>2</sup>-Test von Mantel-Haenszel miteinander verglichen.

### 2.4.2. Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen

Die Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen wurde durch wiederholte Messungen an allen und somit immer den selben Völkern erfasst. Die Verlaufskurven beider Gruppen wurden deshalb einer Varianzanalyse für wiederholte Messungen nach Greenhouse-Geisser-Epsilon und Huynh-Feldt-Epsilon unterzogen. Um deutlich herauszuarbeiten, ob der sowohl in kurzem als auch längeren zeitlichen Abstand zur Schröpfung untersuchte *Varroa*-Befall sich zwischen den Gruppen signifikant unterscheidet, wurden die zum jeweiligen Kontrollzeitpunkt erwarteten Unterschiede zusätzlich wie oben beschrieben mit dem t-Test und zur Erhöhung der Sicherheit dem U-Test nach Wilcoxon und Mann-Whitney für unabhängige Stichproben geprüft.

### 2.4.3. Milbenfall nach Ameisensäurebehandlung

Der **Milbenfall nach Behandlung** bringt nur dann eine sinnvolle Aussage, wenn einerseits der Anfangsbefall der zu vergleichenden Gruppen übereinstimmt oder zumindest bekannt ist und andererseits die betrachteten Völker in etwa gleich stark sind. Wiederholt musste jedoch festgestellt werden, dass die mittlere Volksstärke der miteinander zu vergleichenden Kontroll- und Versuchsgruppe vor Beginn der Behandlung, also am Versuchsende, mehr oder weniger deutlich voneinander abwich. Es ist daher zweckmäßig, die Anzahl *Varroa*-Milben auf die Volksstärke zu beziehen. Hierfür soll jenes Merkmal der Volksstärke herangezogen werden, welches langfristig am bedeutsamsten ist, um die Volksstärke zu beschreiben. Dafür wurden Regressionskoeffizienten auf Basis der Populationschätzungen berechnet (Tab. 4).

**Tab. 4:** Regressionskoeffizienten für Merkmale der Volksstärke aus der Poulationsschätzung im August des jeweiligen Versuchsjahres auf die Merkmale der Volksstärke im April des Folgejahres (Kontrollvölker, Versuchsvölker, Völker gesamt, Jungvölker)

<b>Anzahl Versuchsjahr : Anzahl Folgejahr</b>		<b>Kontrolle</b>	<b>Versuch</b>	<b>Völker</b>	<b>Jungvölker</b>
		<b>n=62</b>	<b>n=69</b>	<b>n=131</b>	<b>n=69</b>
Arbeiterinnen : Arbeiterinnen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,33	0,35	<b>0,35</b>	0,25
Brutzellen : Brutzellen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,17	0,01	<b>0,06</b>	0,18
Individuen : Individuen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,32	0,21	<b>0,28</b>	0,26
Brutzellen : Arbeiterinnen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,18	0,03	<b>0,08</b>	0,15
Individuen : Arbeiterinnen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,35	0,26	<b>0,31</b>	0,28
Arbeiterinnen : Individuen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,29	0,31	<b>0,31</b>	0,16
Brutzellen : Individuen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,18	0,02	<b>0,08</b>	0,20
Arbeiterinnen+Brutzellen : Arbeiterinnen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,36	0,36	<b>0,36</b>	0,29
Arbeiterinnen+Brutzellen : Brutzellen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,29	0,22	<b>0,25</b>	0,19
Arbeiterinnen+Brutzellen : Individuen	<b>R<sup>2</sup></b>	0,33	0,31	<b>0,32</b>	0,26

#### 2.4.4. Nettogewichtszunahme

Die **Nettogewichtszunahme** der Bienenvölker wurde ebenso wie Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen durch wiederholte Messungen an allen und somit immer den selben Völkern erfasst. Die Verlaufskurven beider Gruppen wurden deshalb einer Varianzanalyse für wiederholte Messungen nach Greenhouse-Geisser-Epsilon und Huynh-Feldt-Epsilon unterzogen. Zusätzlich wurde mittels t-Test und zur Sicherheit mit dem U-Test nach Wilcoxon und Mann-Whitney für unabhängige Stichproben geprüft, ob sich die Gesamtzunahme der Versuchs- von der Kontrollgruppe signifikant unterscheidet.

#### 2.4.5. Honigertrag

Der **Honigertrag** der Bienenvölker der Versuchs- und Kontrollgruppen wurde sowohl für die Nutzung einzelner Trachten als auch hinsichtlich des Gesamtertrages mittels t-Test parametrisch und zur Minimierung des Fehlers 1. Art (unberechtigte Ablehnung von  $H_0$ ) mit dem verteilungsunabhängigen U-Test nach Wilcoxon und Mann-Whitney für unabhängige Stichproben auf Unterschiede geprüft.

Trotz gleicher vorangehender Auswinterungsstärke entwickelten sich die geprüften Gruppen nicht in gleichem Maße, was zu unterschiedlichen Einwinterungsstärken führte. Da die zu belassenen Wintervorräte der Einwinterungsstärke der Völker anzupassen waren, wurde den schwächer eingewinterten Bienenvölkern geringere Vorrat belassen, was zu einem scheinbaren Mehrertrag im Vergleich zu stark und mit entsprechend mehr Wintervorrat eingewinterten Völkern führte. Deshalb wurde dieser Bruttoertrag um die tatsächliche Leistung, die Nettozunahme, korrigiert.

Verschiedentlich musste aus den Ablegern vor ihrer Rückvereinigung mit den Muttervölkern Honig entnommen werden. Dieser wurde dann dem Ertrag der Muttervölker zugeschlagen.

#### 2.4.6. Entwicklung des Schwarmtriebes

Um die Entwicklung des **Schwarmtriebes** der Völker zu analysieren, wurde der prozentuale Anteil schwarmtriebiger Völker pro Kontrolltermin bis zum und nach dem ersten Schröpfungstermin der Versuchsvölker gegenübergestellt. Dabei blieben die ersten und letzten Kontrollen, bei denen in keinem der Völker Schwarmtrieb auftrat unberücksichtigt. D.h. es wurden nur die Termine ab erster Feststellung von Weiselzellen in einem der Völker bis

zur letzten Feststellung von Weiselzellen berücksichtigt. Denn alle Termine davor und danach bringen keine Aussage, zumal der Schwarmtrieb der Bienenvölker saisonal bedingt ist. Der Anteil schwarmtriebiger Völker innerhalb einer Gruppe bis zum und nach dem ersten Schröpfungstermin der Versuchsvölker wurde mittels Exaktem  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel verglichen.

#### **2.4.7. Arbeitszeitaufwand**

Der **Arbeitszeitaufwand** für die Versuchs- und Kontrollvölker wurde mittels t-Test verglichen, nachdem die Daten auf Gleichheit der Varianzen geprüft worden sind. Aufgrund gleicher äußerer Entwicklungsbedingungen fielen an den Völkern der jeweiligen Gruppen zeitgleich die selben Arbeiten an, weshalb Normalverteilung der Daten erwartet werden kann. Wenn auch der Zeitaufwand sekundengenau erfasst wurde und darauf die Berechnungen basieren, werden die jeweils errechneten Mittelwerte für die Ergebnisdarstellung auf volle Minuten gemäß Rundungsregeln auf- oder abgerundet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Volks- und Bestandsentwicklung

##### 3.1.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut

###### Versuchsjahr 1

Die Untersuchungen erfolgten an einem Anfangsbestand mit 35 Bienenvölkern. Um ihnen ein gutes Trachtangebot zu sichern und den Verflug zwischen den Völkern zu minimieren, wurden die Völker nach dem Zufallsprinzip zwei annähernd gleich großen, räumlich getrennte Teilbeständen zugeordnet, innerhalb derer jeweils etwa die Hälfte zu Versuchs- bzw. Kontrollvölkern wurde. Entgegen ursprünglicher Erwartungen verhielten sich die Teilbestände in ihrem Entwicklungsverlauf nicht miteinander konform und sollen deshalb trotz der Gefahr, dass Unterschiede zwischen den Versuchs- und Kontrollvölkern aufgrund halbiertes Stichprobenumfänge nicht statistisch signifikant abzusichern sind, getrennt betrachtet werden. An dieser Stelle sei angemerkt, dass der Stand 1 aufgrund häufigerer Wanderbewegungen einer intensiveren Trachtfolge ausgesetzt war als Stand 2. Zudem unterschieden sich sowohl beide Teilbestände als auch deren Gruppen zufällig im Anfangsbefall mit *Varroa*-Milben, wie unter 3.2.1. gezeigt werden wird.

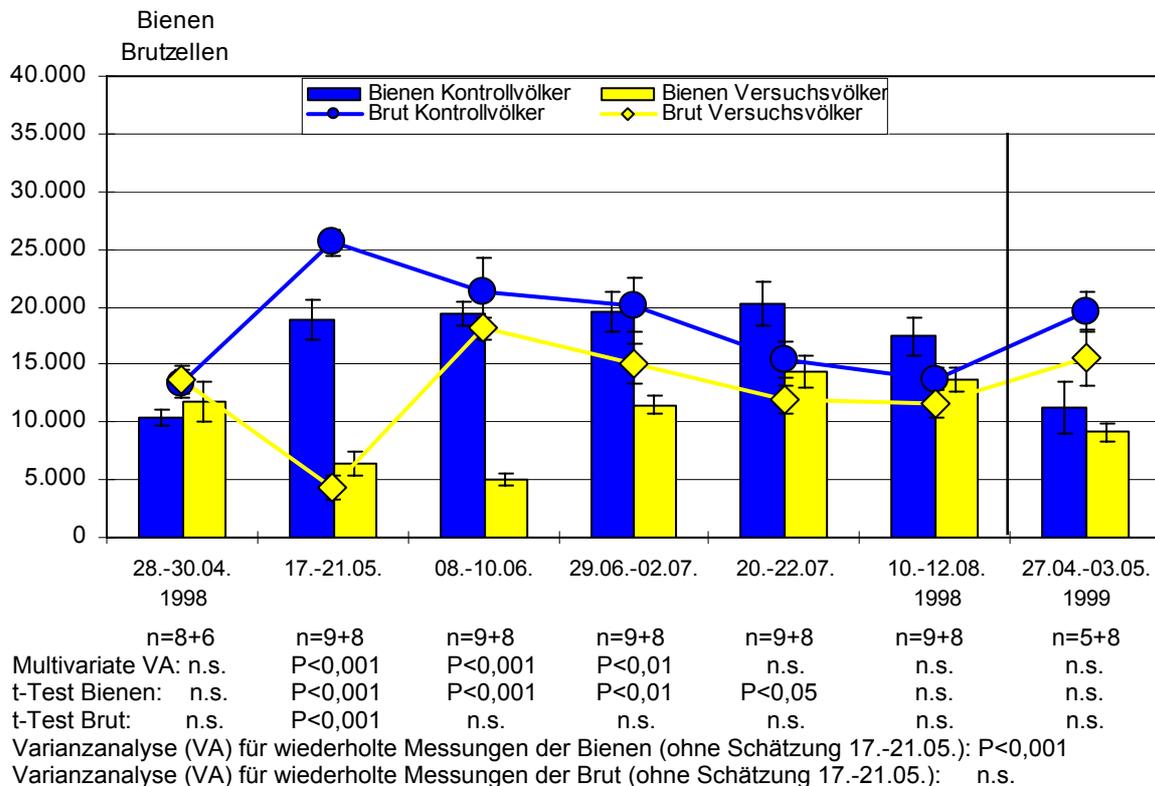
Im Gegensatz zu allen anderen Versuchsauswertungen bleibt in diesem Fall bei der Varianzanalyse für wiederholte Messungen von Bienen bzw. Brutzellen die zweite Populationsschätzung (17.-21.05. bzw. 27.-28.05.1998) unberücksichtigt. Diese erfolgte im Gegensatz zu allen anderen Versuchen nicht vor der Schröpfung der Versuchsvölker, sondern einen Tag danach. Insofern müssen sie zu diesem Zeitpunkt zwangsläufig erheblich schwächer sein als die Kontrollvölker, was das Ergebnis einer Zeitreihenanalyse entsprechend beeinflussen würde. Die Aussagekraft im Sinne einer Vergleichbarkeit mit den anderen Versuchen wäre somit infrage gestellt.

###### Versuchsjahr 1: Stand 1

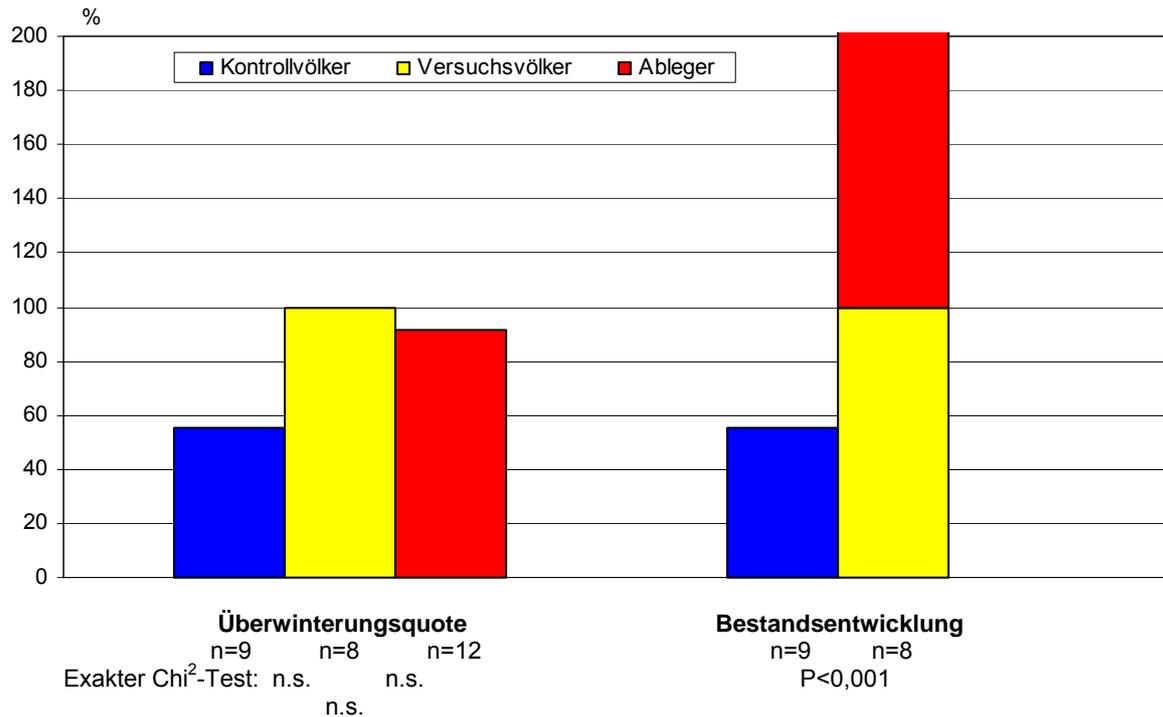
Unter vorgenanntem Verzicht auf die Daten der zweiten Populationsschätzung bei der Varianzanalyse für wiederholte Messungen weist sie trotz der häufigen **Populationsschätzung** im dreiwöchigen Abstand keinen signifikanten Unterschied in der Entwicklung des Brutumfanges aus. Und tatsächlich erreichen die Versuchsvölker (n=8) schon 3 Wochen nach der Schröpfung wieder annähernd den Brutumfang der Kontrollvölker (n=9) (Tab. 5, Abb. 6).

**Tab. 5: Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 20.05.1998: Populationsdaten der Kontroll- und Versuchsvölker 1998-1999 (Stand 1)**

Stand 1 / 1998 (Mittelwerte und Standardfehler)					
Datum	Gruppe	Bienen	Brutzellen	dav. Drohnenbrut	
28.04.-30.04. 1998	Versuch (n=6)	11.823 (±1.712)	13.698 (±1.158)	211	(±48)
	<b>Kontrolle (n=8)</b>	<b>10.369 (±656)</b>	<b>13.314 (±1.211)</b>	<b>218</b>	<b>(±107)</b>
17.05.-21.05.	Versuch (n=8)	6.395 (±1.009)	4.308 (±1.029)	58	(±57)
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>18.882 (±1.666)</b>	<b>25.562 (±1.098)</b>	<b>1.699</b>	<b>(±376)</b>
08.06.-10.06.	Versuch (n=8)	5.035 (±469)	18.100 (±1.032)	325	(±147)
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>19.391 (±967)</b>	<b>21.347 (±2.892)</b>	<b>1.965</b>	<b>(±349)</b>
29.06.-02.07.	Versuch (n=8)	11.508 (±730)	15.019 (±1.696)	49	(±29)
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>19.604 (±1.771)</b>	<b>20.170 (±2.367)</b>	<b>948</b>	<b>(±296)</b>
20.07.-22.07.	Versuch (n=8)	14.348 (±1.446)	11.960 (±1.195)	115	(±115)
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>20.238 (±1.954)</b>	<b>15.342 (±1.555)</b>	<b>115</b>	<b>(±101)</b>
10.08.-12.08. 1998	Versuch (n=8)	13.740 (±1.037)	11.608 (±1.156)	43	(±43)
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>17.451 (±1.637)</b>	<b>13.700 (±961)</b>	<b>51</b>	<b>(±51)</b>
27.04.-03.05. 1999	Versuch (n=8)	9.158 (±774)	15.534 (±2.435)	279	(±219)
	<b>Kontrolle (n=5)</b>	<b>11.258 (±2.273)</b>	<b>19.642 (±1.735)</b>	<b>290</b>	<b>(±272)</b>
Ableger Stand 1 / 1998					
20.05. 1998	Ableger (n=15)	3.002 (±210)	8.343 (±580)	22	(±11)
17.08.-18.08. 1998	Ableger (n=12)	6.060 (±347)	7.437 (±810)	0	(±0)
28.04.-04.05. 1999	Ableger (n=11)	4.540 (±786)	10.868 (±1.854)	242	(±165)



**Abb. 6: Auswirkung der einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut auf die Volkentwicklung der Versuchsgruppe im Vergleich zur nicht geschöpften Kontrollgruppe. 1. Versuchsjahr 1998-1999, Stand 1, Brutentnahme am 20.05.1998 (Mittelwerte ± Standardfehler).**



**Abb. 7:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Überwinterungsquote und Bestandsentwicklung** der Versuchsvölker mit den daraus gebildeten Ablegern im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern.  
1. Versuchsjahr 1998-1999, Stand 1, Brutentnahme am 20.05.1998.

Anders hingegen die Anzahl der Bienen: Hier weist die Varianzanalyse für wiederholte Messungen einen mit  $P < 0,001$  sehr hoch signifikant unterschiedlichen Entwicklungsverlauf in beiden Gruppen auf (Tab. 5, Abb. 6). Offensichtlich nimmt auch nach der Schröpfung die Anzahl der Bienen innerhalb eines Zeitraumes von ca. drei Wochen ab, um erst danach wieder anzusteigen. Angesichts der außerordentlich hohen Brutleistung ist dies nicht verwunderlich: Die Bienen altern bei intensiver Brutpflege vorzeitig; aus der während der Schröpfung zurückgelassenen offenen Brut schlüpfen zu wenig Bienen, um diesen Abgang auszugleichen und die nach der Schröpfung angelegte Brut benötigt drei Wochen bis zum Schlupf. Deshalb zeigt sich im Ergebnis der multivariaten Varianzanalyse für die jeweiligen Populationsschätzungen, in die sowohl die Anzahl Bienen als auch die Anzahl Brutzellen der Völker eingeht, dass sich die Gruppen zwar erwartungsgemäß bei der ersten Populationsschätzung (28.-30.04.1998) nicht signifikant unterscheiden, aber nach der zweiten Schätzung (17.-21.05.1998) bei der dritten (08.-10.06.1998) und vierten (29.06.-02.07.1998). Ursächlich hierfür ist vornehmlich die Anzahl Bienen, die für die Versuchsvölker neben der zweiten Schätzung eben auch bei der dritten, vierten und selbst bei der fünften (20.-22.07.1998) signifikant geringer ausfällt als bei den Kontrollvölkern. Erst im Laufe der sechsten Schätzung am Ende der Trachtsaison (10.-12.08.1998) und dann auch bei der ersten Schätzung der überlebenden Völker im folgenden Frühjahr (27.04.-03.05.1999) lassen sich zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede ausmachen.

Die **Ableger** wurden bereits einen Tag nach ihrer Bildung erstmalig geschätzt (20.05.1998): Aus den 8 Versuchsvölkern wurden 15 Ableger mit durchschnittlich 3.002 Bienen ( $\pm 210$ ) und 8.343 Brutzellen ( $\pm 580$ ) gebildet (Tab. 5). Die verdeckelten Arbeiterinnenzellen machen mit 6.600 ( $\pm 382$ ) einen Anteil von 79 % aus. Eine Königin mussten sie sich selbst ziehen, die in drei Fällen nicht erfolgreich begattet wurde. Das entspricht einem Begattungsergebnis von 80 %. Die drohnenbrütigen Ableger wurden abtransportiert und an einem außerhalb des Flugradius befindlichen Stand aufgelöst, um die Ergebnisse der Populationsschätzung nicht zu verfälschen. Bei der Populationsschätzung zum Ende der Trachtsaison (17.-18.08.1998) umfassten die verbliebenen 12 Ableger im Mittel 6.060 Bienen ( $\pm 347$ ) und 7.437 Brutzellen ( $\pm 810$ ), davon 4.273 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 648$ ). Drohnenbrut wurde von ihnen nicht angelegt. Damit hatten die Ableger sowohl signifikant weniger Bienen als auch signifikant weniger Brutzellen als die Versuchs- bzw. Kontrollvölker (t-Test jeweils  $P < 0,01$ ). Dies wird durch die multivariate Varianzanalyse über Bienen und Brut bestätigt, welche die Ableger sowohl im Vergleich mit den Versuchs- als auch mit den Kontrollvölkern als signifikant schwächer ausweist ( $P < 0,001$ ). Mit einem Verhältnis Bienen:Brutzellen von 1:1,2 weisen die Ableger dennoch ein besseres Entwicklungspotential auf als die Versuchsvölker oder die Kontrollvölker mit jeweils 1:0,8 bei der wenige Tage zuvor erfolgten Schätzung.

Diese  $n=12$  eingewinterten Ableger führen bei den 8 Versuchsvölkern zu einer **Nachkommenrate** von +150 %, während selbige bei den Kontrollvölkern 0 % beträgt (Exakter  $\text{Chi}^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ).

Im nachfolgenden Winter gab es in der Kontrollgruppe ( $n=9$ ) deutliche Ausfälle. Mit dem Verlust von vier Völkern erreichte diese Gruppe nur eine **Überwinterungsquote** von 56 %, während die Völker der Versuchsgruppe ( $n=8$ ) den Winter vollzählig überlebten (Überwinterungsquote 100 %). Mit einem ähnlich guten Ergebnis kann auch die Gruppe der Jungvölker ( $n=12$ ) aufwarten: Bei einem eingegangenen Ableger erreicht sie eine Überlebensrate von 92 %. Die Unterschiede konnten wider Erwarten nicht signifikant abgesichert werden, was auf den geringen Stichprobenumfang zurückzuführen sein dürfte (Abb. 7).

Wenn auch die Kontrollgruppe deutlich reduziert war, so zeigten die **überlebenden Kontrollvölker** ( $n=5$ ) bei der Populationsschätzung im Frühjahr 1999 (27.04.-03.05.1999) bezüglich Bienen und Brutzellen keinen signifikanten Unterschied zu den Versuchsvölkern (Tab. 5, Abb. 6).

Nicht so bei den **überlebenden Ablegern** ( $n=11$ ) (Tab. 5). Mit 4.540 Bienen ( $\pm 786$ ) und 10.868 Brutzellen ( $\pm 1.854$ ), unter denen sich 5.294 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.091$ ) und 242 Drohnenzellen ( $\pm 165$ ) befanden, waren diese lt. multivariater Varianzanalyse im

Frühjahr 1999 signifikant schwächer als die Kontrollvölker ( $P < 0,05$ ) und als die Versuchsvölker ( $P < 0,01$ ). Gegenüber den Kontrollvölkern war sowohl die Anzahl Bienen als auch die Anzahl Brutzellen signifikant geringer (t-Test jeweils  $P < 0,05$ ), während im Vergleich zu den Versuchsvölkern nur die negative Abweichung der Bienen signifikant nachweisbar war ( $P < 0,001$ ). Diese Abweichungen sind offenbar auf die noch relativ geringe Stärke der Ableger im August des Versuchsjahres zurückzuführen, denn mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen lässt sich die bessere Entwicklung der Anzahl Bienen in den Ablegern von August 1998 bis April 1999 infolge ihres deutlich geringer ausfallenden Rückgangs als bei den Kontroll- und den Versuchsvölkern statistisch signifikant belegen ( $P < 0,001$  bzw.  $P < 0,05$ ).

Infolge der Ablegerbildung aus den Versuchsvölkern und der guten Auswinterung dieser beiden Gruppen wuchs der **Völkerbestand** der Versuchsgruppe innerhalb eines Kalenderjahres ab Versuchsbeginn auf 238 %, während jener der Kontrollgruppe auf 56 % zurückging (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ) (Abb. 7).

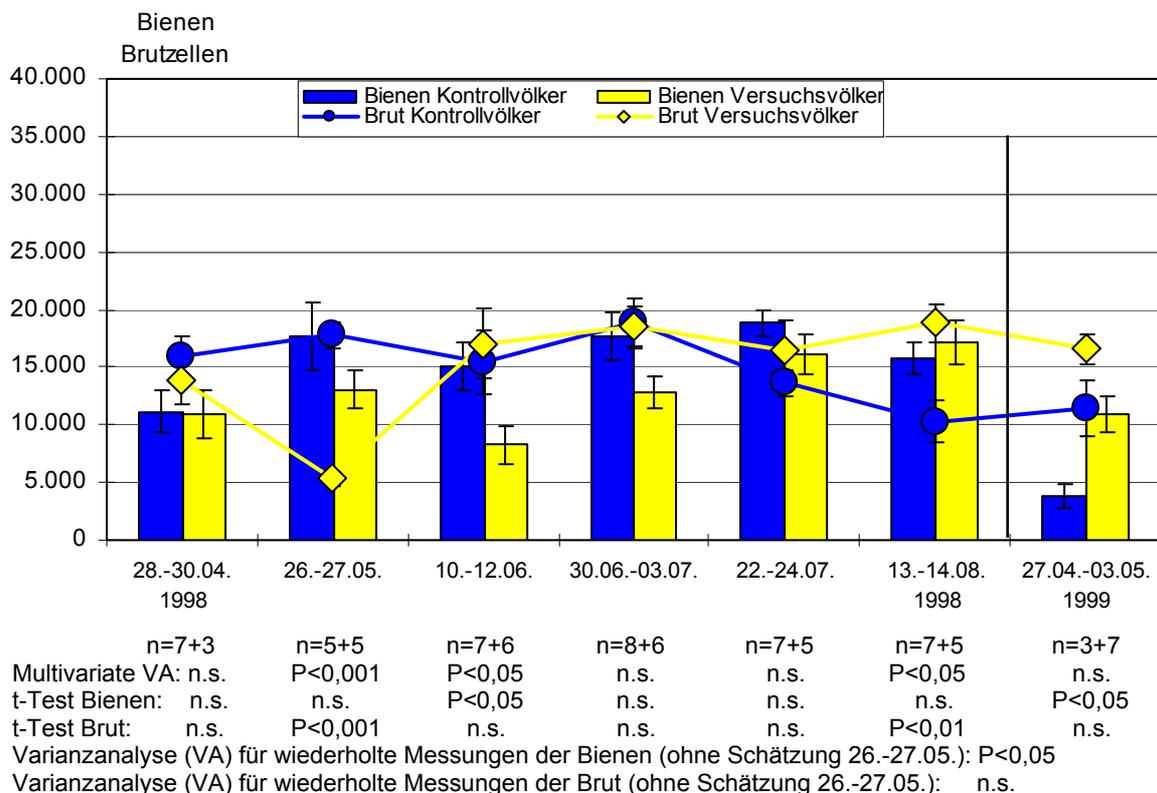
### Versuchsjahr 1: Stand 2

Unter der in diesem Abschnitt einleitend beschriebenen Bedingung, dass die zweite, unmittelbar nach der Brutentnahme erfolgte **Populationsschätzung** bei der Varianzanalyse für wiederholte Messungen unberücksichtigt bleibt, weist sie ebenso wie für den Stand 1 keinen signifikanten Unterschied in der Entwicklung des Brutumfanges aus. Auch an diesem Stand erreichen die geschätzten Versuchsvölker schon 3 Wochen nach der Schröpfung den Brutumfang der Kontrollvölker, um während des gesamten weiteren Untersuchungszeitraumes mindestens auf deren Niveau zu bleiben und sie ab Saisonende gar zu überflügeln. Anders auch an diesem Stand wieder die Anzahl der Bienen: Die Varianzanalyse für wiederholte Messungen weist einen mit  $P < 0,05$  signifikant unterschiedlichen Entwicklungsverlauf in beiden Gruppen auf. Das ist einerseits auf die Abnahme der Anzahl Bienen nach der Schröpfung der Versuchsvölker zurückzuführen und andererseits auf deren deutlich größere Bienenzahl im folgenden Frühjahr (Tab. 6, Abb. 8).

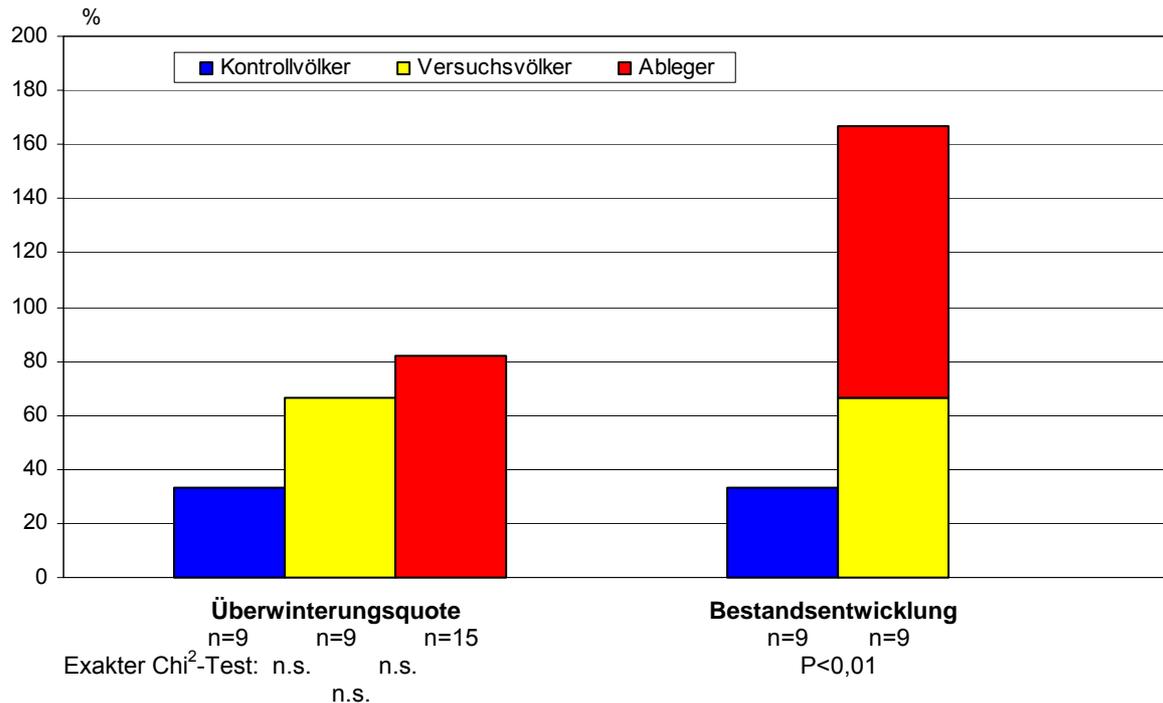
Deshalb zeigt sich auch an diesem Stand im Ergebnis der multivariaten Varianzanalyse für die jeweiligen Populationsschätzungen, dass sich die Gruppen zwar erwartungsgemäß bei der ersten Populationsschätzung (28.-30.04.1998) nicht signifikant unterscheiden, aber bei der zweiten Schätzung (26.-27.05.1998) und bei der dritten (10.-12.06.1998). Ursächlich hierfür ist bei der zweiten Schätzung die Anzahl der Brutzellen, die aufgrund der gerade erfolgten Schröpfung der Versuchsvölker bei diesen signifikant geringer ausfällt als bei den Kontrollvölkern (t-Test  $P > 0,001$ ).

**Tab. 6: Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 25.05.1998: Populationsdaten der Kontroll- und Versuchsvölker 1998-1999 (Stand 2)**

Stand 2 / 1998 (Mittelwerte und Standardfehler)					
Datum	Gruppe	Bienen	Brutzellen	dav. Drohnenbrut	
28.-30.04. 1998	Versuch (n=3)	10.910 (±2.044)	13.796 (±2.028)	23	(±23)
	<b>Kontrolle (n=7)</b>	<b>11.168 (±1.774)</b>	<b>16.012 (±1.573)</b>	<b>154</b>	<b>(±28)</b>
26.-27.05.	Versuch (n=5)	13.038 (±1.615)	5.320 (±653)	0	(±0)
	<b>Kontrolle (n=5)</b>	<b>17.713 (±2.911)</b>	<b>17.781 (±1.114)</b>	<b>37</b>	<b>(±24)</b>
10.-12.06.	Versuch (n=6)	8.239 (±1.627)	17.018 (±3.036)	518	(±199)
	<b>Kontrolle (n=7)</b>	<b>15.052 (±2.033)</b>	<b>15.413 (±2.748)</b>	<b>733</b>	<b>(±341)</b>
30.06.-03.07.	Versuch (n=6)	12.830 (±1.452)	18.467 (±1.780)	0	(±0)
	<b>Kontrolle (n=8)</b>	<b>17.618 (±2.047)</b>	<b>18.917 (±2.035)</b>	<b>722</b>	<b>(±308)</b>
22.-24.07.	Versuch (n=5)	16.167 (±1.725)	16.521 (±2.455)	161	(±113)
	<b>Kontrolle (n=7)</b>	<b>18.805 (±1.119)</b>	<b>13.617 (±1.064)</b>	<b>611</b>	<b>(±354)</b>
13.-14.08. 1998	Versuch (n=5)	17.186 (±1.922)	18.788 (±1.716)	156	(±145)
	<b>Kontrolle (n=7)</b>	<b>15.713 (±1.381)</b>	<b>10.295 (±1.843)</b>	<b>118</b>	<b>(±68)</b>
27.04.-03.05. 1999	Versuch (n=7)	10.909 (±1.589)	16.549 (±1.316)	138	(±73)
	<b>Kontrolle (n=3)</b>	<b>3.814 (±1.066)</b>	<b>11.421 (±2.473)</b>	<b>8</b>	<b>(±8)</b>
Ableger Stand 2 / 1998					
27.05. 1998	Ableger (n=10)	1.468 (±94)	8.914 (±724)	438	(±242)
17.08.-18.08. 1998	Ableger (n=11)	6.010 (±415)	8.920 (±539)	0	(±0)
28.04.-04.05. 1999	Ableger (n=9)	5.926 (±654)	15.162 (±1.377)	202	(±126)



**Abb. 8:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Volkentwicklung** der Versuchsgruppe im Vergleich zur nicht geschöpften Kontrollgruppe. 1. Versuchsjahr 1998-1999, Stand 2, Brutentnahme am 25.05.1998 (Mittelwerte ± Standardfehler).



**Abb. 9:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Überwinterungsquote** und die **Bestandsentwicklung** der Versuchsvölker samt den daraus gebildeten Ablegern im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern.  
1. Versuchsjahr 1998-1999, Stand 2, Brutentnahme am 25.05.1998.

Bienen wurden dagegen deutlich mehr in den Versuchsvölkern zurückgelassen als am Stand 1. Unter der Voraussetzung einer annähernd übereinstimmenden Entwicklung beider Gruppen von der ersten Populationsschätzung bis zur Schröpfung der Versuchsvölker, wurden diesen mit der Brut ca. 26 % der Bienen entnommen. Am Stand 1 waren es dagegen 66 %.

Deutlich früher als am Stand 1 lassen sich an diesem Bienenstand bereits im Laufe der vierten Schätzung (30.06.-03.07.1998) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen mehr ausmachen. Jedoch geht in den Kontrollvölkern der Brutumfang bis zum Zeitpunkt der sechsten Schätzung am Ende der Saison (13.-14.08.1998) signifikant stärker zurück (t-Test  $P<0,01$ ) (Tab. 6, Abb. 8).

Zwei Tage nach ihrer Bildung wurden jene **Ableger** erstmalig geschätzt (27.05.1998), deren Muttervölker ebenfalls der Populationsschätzung unterzogen worden waren (Tab. 6): Aus den 9 Versuchsvölkern wurden 16 Ableger mit durchschnittlich 1.479 Bienen ( $\pm 94$ ) und 8.914 Brutzellen ( $\pm 724$ ) gebildet. Die verdeckelten Arbeiterinnenzellen machen mit 5.828 ( $\pm 706$ ) einen Anteil von 65 % aus. Die Königin mussten sie sich selbst ziehen, welche in vier Fällen nicht erfolgreich begattet wurde. Das entspricht einem Begattungsergebnis von 75 %. Ein weiterer Ableger wurde zu einem späteren Zeitpunkt weisellos. Die drohenbrütigen Ableger wurden abtransportiert und an einem außerhalb des Flugradius befindlichen Stand aufgelöst, um die Ergebnisse der Populationsschätzung nicht zu verfälschen. Bei der

Populationsschätzung zum Ende der Trachtsaison (17.-18.08.1998) umfassten die verbliebenen 11 Ableger im Mittel 6.010 Bienen ( $\pm 415$ ) und 8.920 Brutzellen ( $\pm 539$ ), davon 5.305 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 307$ ). Drohnenbrut wurde von ihnen nicht angelegt. Damit hatten die Ableger sowohl signifikant weniger Bienen als auch signifikant weniger Brutzellen als die Versuchsvölker (t-Test jeweils  $P < 0,01$ ). Im Vergleich zu den Kontrollvölkern hatten die Ableger ebenfalls signifikant weniger Bienen (t-Test  $P < 0,001$ ). Der Brutumfang unterschied sich von diesen jedoch nicht signifikant. Dennoch weist die multivariate Varianzanalyse über Bienen und Brut die Ableger sowohl gegenüber den Versuchs- als auch den Kontrollvölkern als signifikant schwächer aus ( $P < 0,001$ ). Mit einem Verhältnis Bienen:Brutzellen von 1:1,5 zeigen die Ableger dennoch ein erheblich besseres Entwicklungspotential als die Versuchsvölker mit 1:1,1 oder die Kontrollvölker mit nur 1:0,6 bei der wenige Tage zuvor erfolgten Schätzung.

Diese  $n=11$  eingewinterten Ableger führen bei den 9 Versuchsvölkern zu einer **Nachkommenrate** von +122 %, während selbige bei den Kontrollvölkern 0 % beträgt (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ).

Im nachfolgenden Winter gab es in der Kontrollgruppe ( $n=9$ ) erhebliche Ausfälle. Mit dem Verlust von sechs Völkern erreichte diese Gruppe eine **Überwinterungsquote** von nur 33 %, während die Völker der Versuchsgruppe ( $n=9$ ) den Winter bei einem Ausfall von drei Völkern eine Überlebensquote von 67 % erreichte. Mit einem noch besseren Ergebnis kann auch die Gruppe der Ableger ( $n=11$ ) aufwarten: Bei zwei eingegangenen Einheiten erreicht sie eine Überlebensrate von 82 %. Die Unterschiede konnten ebenso wie für den Stand 1 wider Erwarten nicht signifikant abgesichert werden, was auf den geringen Stichprobenumfang zurückzuführen sein dürfte (Abb. 9).

Im Gegensatz zum Stand 1 winterten die **überlebenden Kontrollvölker** ( $n=3$ ) lt. Populationsschätzung im Frühjahr 1999 (27.04.-03.05.1999) mit einer signifikant geringeren Bienenzahl (t-Test  $P < 0,05$ ) aus als die Versuchsvölker ( $n=6$ ), was für die Brutzellen nicht signifikant nachweisbar ist. Mittels multivariater Varianzanalyse lassen sich die beiden Gruppen nicht statistisch signifikant voneinander unterscheiden (Tab. 6, Abb. 8).

Die **überlebenden Ableger** ( $n=11$ ) wintern lt. multivariater Varianzanalyse zwar signifikant schwächer aus als die Versuchsvölker ( $P < 0,01$ ), unterscheiden sich aber nicht signifikant von den Kontrollvölkern. Bei einzelner Betrachtung der Merkmale ist die geringere Bienenzahl der Ableger (t-Test  $P < 0,05$ ) ursächlich für den vorgenannten Unterschied zu den Versuchsvölkern (Tab. 6).

Ebenso wie bei den Ablegern des Standes 1 lässt sich auch hier für den Zeitraum August 1998 bis April 1999 gegenüber den Kontroll- und Versuchsvölkern mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen eine signifikant bessere Entwicklung der Anzahl Bienen nachweisen (jeweils  $P < 0,001$ ). Selbiges trifft auch für die Entwicklung des Brutumfang im Vergleich mit den Versuchsvölkern zu ( $P < 0,01$ ). Wenn dagegen die Entwicklung des Brutumfangs der Ableger im Vergleich zu den Kontrollvölkern nicht signifikant besser ausfällt, so dürfte das in erster Linie auf die geringe Anzahl verbliebener Kontrollvölker zurückzuführen sein.

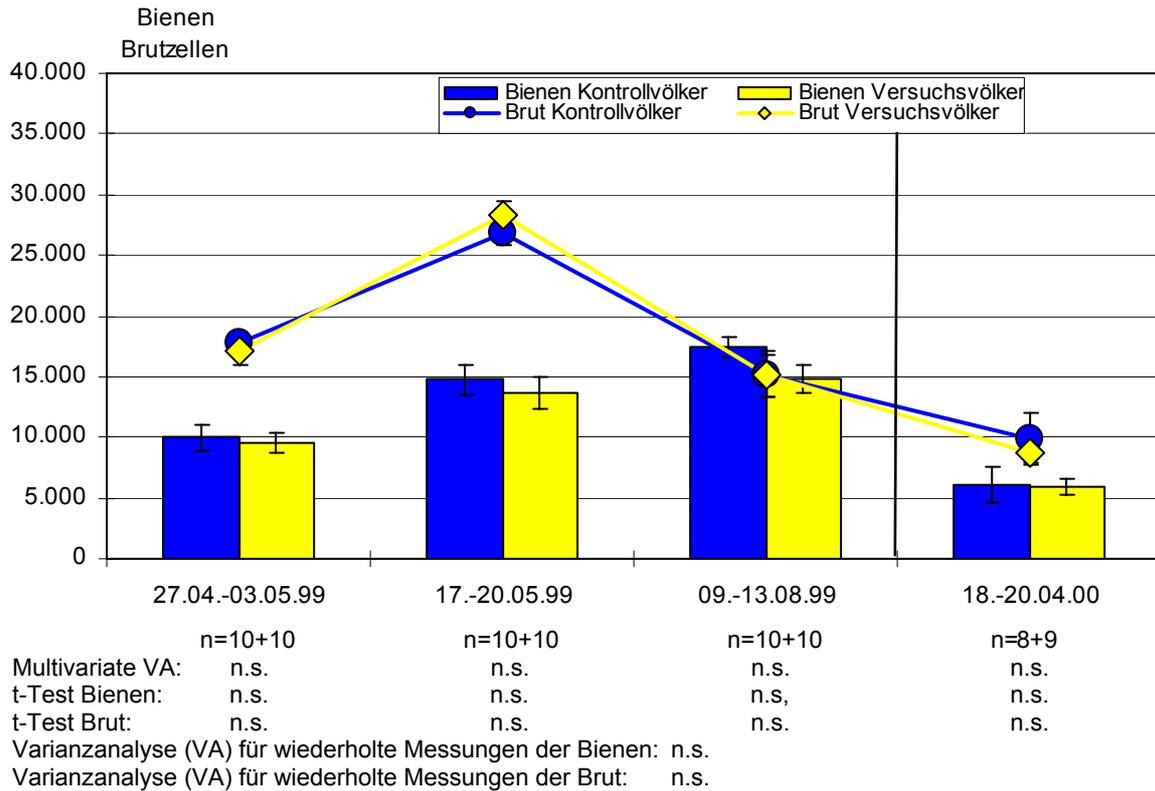
Infolge der Ablegerbildung aus den Versuchsvölkern wuchs der **Völkerbestand** der Versuchsgruppe trotz der mäßigen Auswinterung innerhalb eines Kalenderjahres ab Versuchsbeginn auf 167 %, während jener der Kontrollgruppe auf 33 % zurückging (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,01$ ) (Abb. 9).

## Versuchsjahr 2

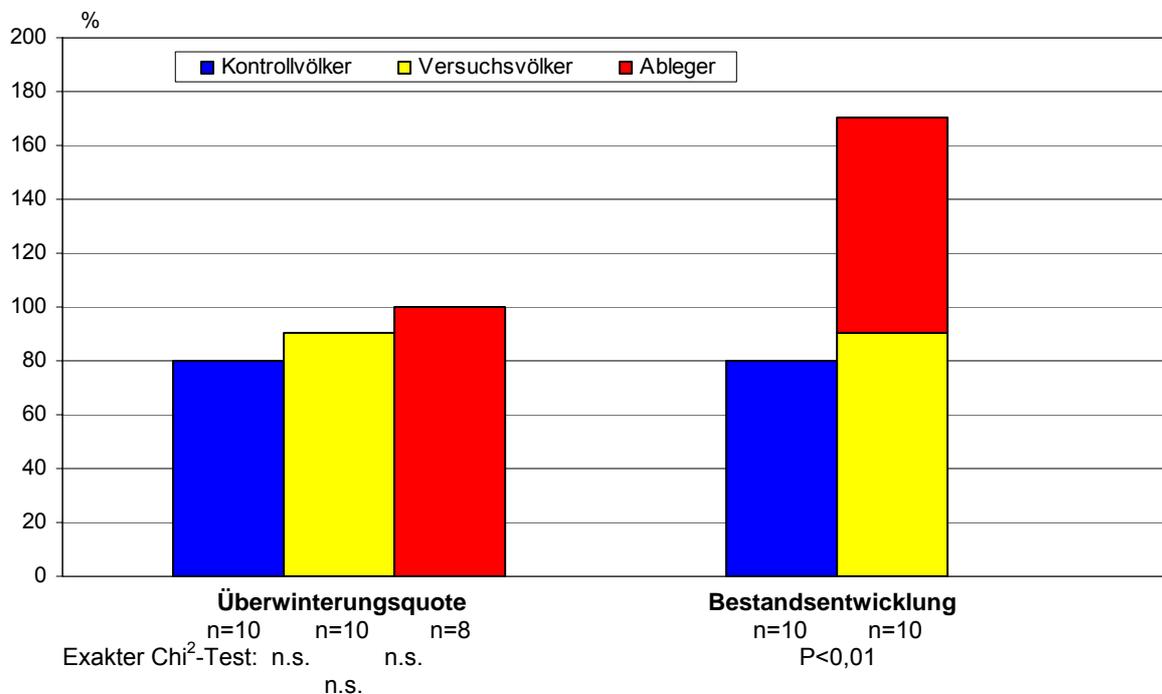
Anhand der vorgenommenen **Populationsschätzungen** zu Saisonbeginn, zum Termin der Schröpfung der Versuchsvölker und zum Saisonende sowie letztlich zur Auswinterung im folgenden Frühjahr konnten keinerlei Unterschiede in der Volksstärke der Versuchs- und der Kontrollvölker ermittelt werden (Abb. 10).

Zu jedem dieser Schätzzeitpunkte stimmen die Mittelwerte beider Gruppen weitgehend überein; die Völker beider Gruppen waren also etwa gleich stark. Sie ließen sich weder mit dem t-Test für die einzelnen Kriterien der Volksstärke (Anzahl Bienen, Anzahl Brutzellen, Anzahl verdeckelter Arbeiterinnenzellen) noch mittels multivariater Varianzanalyse, in die sowohl die Anzahl Bienen als auch die Anzahl Brutzellen der Völker gleichzeitig eingeht, statistisch signifikant differenzieren. Ebenso zeigt die Varianzanalyse für wiederholte Messungen sowohl der Bienen als auch der Brutzellen keinerlei Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Dies bedeutet jedoch nicht, dass sich die Versuchs- und Kontrollgruppe gleichartig entwickelt hätten, sondern dass vermutliche Unterschiede in der Volksentwicklung mit dem im Vergleich zum Vorjahr (Abb. 6 und 8) recht groben Raster nicht aufgedeckt wurden. Andererseits zeigt der scheinbar übereinstimmende Entwicklungsverlauf beider Gruppen, dass Bienenvölker schröpfungsbedingte Verluste schnell wieder ausgleichen.

Bei der ersten Populationsschätzung, die im Zeitraum 27.-30.04.1999 und damit zu Versuchsbeginn erfolgte, hatten die späteren Versuchsvölker 9.567 Bienen ( $\pm 764$ ;  $n=10$ ), die Kontrollvölker ( $9.970 \pm 1.120$ ;  $n=10$ ; t-Test n.s.).



**Abb. 10:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Volkentwicklung** der Versuchsgruppe im Vergleich zur nicht geschöpften Kontrollgruppe. 2. Versuchsjahr 1999-2000, Brutentnahme am 27.05.1999 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).



**Abb. 11:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Überwinterungsquote** und **Bestandsentwicklung** der Versuchsvölker samt den daraus gebildeten Ablegern im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern. 2. Versuchsjahr 1999-2000, Brutentnahme am 27.05.1999

---

Das Brutnest umfasste bei den Versuchsvölkern 17.086 Brutzellen ( $\pm 1.200$ ), bei den Kontrollvölkern 17.732 ( $\pm 908$ ; n.s.). Darunter befanden sich im Mittel 8.276 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 954$ ) bei den zu schröpfenden Völkern und 8.492 ( $\pm 836$ ) bei den Kontrollvölkern (n.s.) (Abb. 10).

Bei der zweiten Populationsschätzung vom 17. bis 20.05.1999, und damit kurz vor der Schröpfung der Versuchsvölker, die am 27.05.1999 erfolgte, wiesen diese 13.716 Bienen ( $\pm 1.319$ ; n=10) auf, die Kontrollvölker (14.748  $\pm 1.200$ ; n=10). Die Versuchsvölker hatten im Mittel 28.291 Brutzellen ( $\pm 1.256$ ), die Kontrollvölker 26.876 ( $\pm 1.084$ ; n.s.). Unter diesem waren bei ersteren 15.744 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 721$ ) und bei letzteren 16.260 ( $\pm 565$ ; n.s.) zu finden. Allerdings wurde die Brut der Versuchsvölker mit einem Teil der Bienen im Zuge der anschließenden Schröpfung größtenteils entnommen, die verdeckelten Arbeiterinnenzellen sogar vollständig. Aber bereits zum Ende der Saison war dies nicht mehr nachweisbar. Bei der vom 09. bis 13.08.1999 erfolgten Populationsschätzung hatten die Versuchsvölker (n=10) im Mittel 14.796 Bienen ( $\pm 1.210$ ) und 15.150 Brutzellen ( $\pm 1.897$ ), von denen 9.608 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 1.759$ ) waren. Die Kontrollvölker (n=10) wiesen 17.395 Bienen auf ( $\pm 820$ ; n.s.) und hatten 15.071 Brutzellen vorzuweisen ( $\pm 1.679$ ; n.s.), davon 8.928  $\pm 1.322$  Arbeiterinnenzellen verdeckelt (n.s.).

In den angeführten Brutmengen sind bei der ersten Populationsschätzung im April 1999 für die Versuchsvölker 110 Drohnenzellen ( $\pm 53$ ) und für die Kontrollvölker 80 Drohnenzellen ( $\pm 27$ ) enthalten. Bei der zweiten Schätzung gegen Ende der Raps-Tracht waren es 915 ( $\pm 264$ ) bzw. 1.132 ( $\pm 248$ ) Drohnenzellen. Bei der abschließenden Schätzung im August 1999 wurden bei den Versuchsvölkern 322 ( $\pm 177$ ) und bei den Kontrollvölkern 271 Drohnenzellen ( $\pm 138$ ) ermittelt. Zu keinem Schätzzeitpunkt unterschied sich der Umfang der Drohnenbrut zwischen den Gruppen signifikant.

Die aus den Versuchsvölkern am 27.05.1999 gebildeten **Ableger** (n=12), wiesen einen Tag später im Mittel 2.354 Bienen ( $\pm 114$ ) und 18.651 Brutzellen ( $\pm 1.177$ ) auf, von denen 13.220 Arbeiterinnenzellen ( $\pm 952$ ) verdeckelt waren und 125 Zellen ( $\pm 56$ ) Drohnenbrut enthielten. Dies entspricht 2.825 Bienen und 22.381 Brutzellen pro Muttervolk der Versuchsgruppe. Unter der Voraussetzung, dass bei gutem Flugwetter innerhalb eines Tages die in einen Ableger eingebrachten Flugbienen zum Muttervolk zurückkehren und bei einem annähernd gleichmäßig aufgebauten Brutnest täglich aus 1/21 der Brutzellen adulte Arbeiterinnen schlüpfen, wurden den Versuchsvölkern im Mittel 1.706 Arbeiterinnen und 23.500 Brutzellen für die Ablegerbildung entzogen. Dies entspricht 12,4 % ihrer Arbeiterinnen und 83,1 % ihrer Brut. Da gleichzeitig die in den Drohnenrahmen angelegte Drohnenbrut ausgeschnitten wurde, ist die Drohnenbrut im Zuge der Schröpfung vollständig aus den Versuchsvölkern entfernt worden. Der pro Versuchsvolk entnommene Brutumfang erhöht sich somit auf

---

24.290, was 85,9 % der vor der Schröpfung in den Versuchsvölkern vorhandenen Brut darstellt.

Die Ableger zogen sich selbst Weiseln, von denen jedoch nicht alle in Eilage gingen. Vier der 12 Ableger mussten daher aufgelöst werden, was an einem entfernt liegenden Standort geschah, um die Populationsdaten der weiselrichtigen Ableger (n=8) nicht zu verfälschen. Diese entwickelten sich von durchschnittlich 2.373 Arbeiterinnen ( $\pm 145$ ) und 17.455 Brutzellen ( $\pm 1.507$ ), davon 12.200 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 1.012$ ) bei der Schätzung am Tag nach ihrer Bildung bis zur Schätzung am 10. bzw. 12.08.1999 auf 11.930 Arbeiterinnen ( $\pm 1.576$ ) und 13.780 Brutzellen ( $\pm 1.594$ ), davon 9.185 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 1.063$ ). Drohnenbrut war zu diesem Zeitpunkt keine vorhanden. Damit hatten die Jungvölker signifikant weniger Bienen als die Kontrollvölker (t-Test  $P < 0,01$ ). Aufgrund des bei dieser Schätzung für die Ableger ermittelten Verhältnisses Bienen:Brutzellen von 1:1,2 konnte im Gegensatz zu den Versuchsvölkern (1:1) und den Kontrollvölkern (1:0,9) eine weitere Aufwärtsentwicklung erwartet werden.

Diese n=8 eingewinterten Ableger führen bei den 10 Versuchsvölkern zu einer **Nachkommenrate** von +80 %, während selbige bei den Kontrollvölkern 0 % beträgt (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ).

Entsprechend der guten Volksstärke sowohl der Versuchsvölker als auch der Kontrollvölker bei der Populationsschätzung im August 1999 überwinterten die Völker beider Gruppen ohne schwerwiegende Ausfälle (Abb. 11). Während sowohl in der Kontrollgruppe (n=10; **Überwinterungsquote** 80 %) als auch in der Versuchsgruppe (n=10; Überwinterungsquote 90 %) jeweils ein Volk infolge planmäßiger später Umweiselung weisellos wurde, konnte bei einem weiteren Volk der Kontrollgruppe die Todesursache nicht festgestellt werden. Bei den zu Jungvölkern entwickelten Ablegern (n=8) gab es dagegen keinen Ausfall (Überwinterungsquote 100 %). Statistisch signifikant waren diese geringen Unterschiede zwischen den Gruppen jedoch nicht.

Die **erfolgreich überwinterten Völker** unterschieden sich auch in ihrer mittleren Stärke nicht wesentlich. Die Populationsschätzung der Altvölker wurde vom 18. bis zum 20.04.2000 vorgenommen. Während die im Versuchsjahr 1999 geschröpften Völker (n=9) im Mittel 5.926 Bienen ( $\pm 610$ ) umfassten, hatten die überlebenden Kontrollvölker (n=8) 6.138 ( $\pm 1.487$ ; t-Test n.s.). Ähnlich sah es bei der Brutmenge aus: Die Versuchsvölker pflegten im Mittel 8.680 Brutzellen ( $\pm 713$ ), davon 3.369 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 567$ ), die Kontrollvölker 9.809 Brutzellen ( $\pm 2.131$ ), von denen 5.495 Arbeiterinnenzellen verdeckelt waren ( $\pm 1.526$ ; t-Test n.s.) (Abb. 10). Der geringe Anteil verdeckelter Brut insbesondere der Versuchsvölker mit deutlich unter 57 % deutet auf einen späten Bruteinschlag der Völker hin,

was durch den geringen Umfang an Drohnenbrut bestätigt wird: Die Versuchsvölker pflegten zum Zeitpunkt dieser Schätzung noch keine Drohnenbrut, während in den Kontrollvölkern im Mittel 29 Drohnenzellen ( $\pm 26$ ) zu finden waren.

Die **Ableger** ( $n=8$ ) hatten am 20. bzw. 25.04.2000, also **nach der Auswinterung**, mit 8.640 ( $\pm 2.546$ ) Bienen, unterschieden sich in diesem Merkmal jedoch nicht signifikant von den Versuchs- und den Kontrollvölkern (t-Test n.s.). Gleiches trifft mit 11.885 Brutzellen ( $\pm 2.216$ ), davon 7.152 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 1.146$ ) für den Brutumfang zu. Wenn die Jungvölker im Zeitraum August 1999 bis April 2000 zwar nicht stärker werden, wie es noch in manch anderem Versuchszeitraum der Fall sein wird, so verläuft ihre Entwicklung doch deutlich besser als die der Altvölker. Dieses Urteil fällt mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen zumindest für die Anzahl Bienen signifikant aus ( $P < 0,05$ ).

Infolge der Ablegerbildung aus den Versuchsvölkern und der guten Auswinterung dieser beiden Gruppen wuchs der **Völkerbestand** der Versuchsgruppe innerhalb eines Jahres ab Versuchsbeginn auf 170 %, während jener der Kontrollgruppe auf 80 % zurückging (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,01$ ) (Abb. 11).

### 3.1.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut

Im Ergebnis der multivariaten Varianzanalyse für die jeweiligen **Populationsschätzungen**, in die sowohl die Anzahl Bienen als auch die Anzahl Brutzellen der Völker einging, konnten für die Schätzzeitpunkte im Versuchsjahr keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Dies traf gleichermaßen auf die folgende Auswinterung zu. Auch im Entwicklungsverlauf zeigten beide Gruppen in der Varianzanalyse für wiederholte Messungen auf der Basis der vier Schätzzeitpunkte keine Unterschiede. Lediglich die Winterverluste fielen bei den Versuchsvölkern etwas niedriger aus als bei den Kontrollvölkern, jedoch nicht signifikant (Abb. 12-13).

Generell gingen die Völker relativ schwach in den Versuch, konnten sich aber im Laufe des Jahres gut entwickeln. Wie bereits unter 2.2.2. dargestellt, konnten nicht alle Völker noch vor Trachtbeginn einer Populationsschätzung unterzogen werden. Die übrigen Völker wurden basierend auf der Nettogewichtszunahme im Raps sowie den weiteren unter 2.2.2. aufgeführten Kriterien den Gruppen zugeordnet. Jene Versuchsvölker ( $n=8$ ), welche die erste Populationsschätzung (18.04.-20.04.2000) repräsentieren, wiesen zu diesem Zeitpunkt im Mittel 5.798 Bienen ( $\pm 638$ ) und 8.813 Brutzellen ( $\pm 990$ ) incl. 3.595 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 700$ ) auf, die Kontrollvölker ( $n=6$ ) 5.715 Bienen ( $\pm 1.497$ ) und 9.234 Brutzellen ( $\pm 1.232$ ), darunter 4.760 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 753$ ) (Abb. 12).



Bei der zweiten Schätzung, die im Zeitraum 22.-25.05.2000 und damit unmittelbar vor der 1. Schröpfung der Versuchsvölker durchgeführt wurde, wiesen die Versuchsvölker (n=12) im Mittel 14.002 Bienen ( $\pm 1.124$ ) und 24.674 Brutzellen ( $\pm 918$ ) incl. 15.180 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 704$ ) auf. Bei den Kontrollvölkern (n=12) wurden 14.485 Bienen ( $\pm 1.204$ ) und 24.498 Brutzellen ( $\pm 2.822$ ) incl. 13.950 verdeckelter Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.465$ ) ermittelt.

Die dritte Populationsschätzung vom 14.08. bis zum 17.08.2000 ergab für die Versuchsvölker (n=12) durchschnittlich 16.549 Arbeitsbienen ( $\pm 1.117$ ) sowie 17.083 Brutzellen ( $\pm 1.758$ ), davon 9.193 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 976$ ). Bei den Kontrollvölkern (n=12) waren es 16.987 Bienen ( $\pm 1.347$ ) und 14.336 Brutzellen ( $\pm 1.758$ ), von denen 8.497 Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.115$ ) verdeckelt waren.

Die aufgeführten Brutmengen enthalten in der ersten Schätzung bei den Versuchsvölkern 3 Drohnenbrutzellen ( $\pm 3$ ), bei den Kontrollvölkern 34 ( $\pm 34$ ). In der zweiten Schätzung wurden bei den Versuchsvölkern im Mittel 784 Drohnenbrutzellen ( $\pm 274$ ), bei den Kontrollvölkern 928 ( $\pm 267$ ) ermittelt. In der dritten Populationsschätzung waren es bei der Versuchsgruppe 73 ( $\pm 73$ ) und bei der Kontrollgruppe 483 Drohnenbrutzellen ( $\pm 181$ ) je Volk.

Die **Sammelbrutableger** (n=15), die bei den drei Schröpfungen der Versuchsvölker am 27.05., 06.06. und 16.06.2000 aus Brut und Bienen von jeweils zwei bis drei Völker gebildet wurden und am Standort verblieben, wiesen jeweils drei Tage nach ihrer Bildung im Mittel 2.553 Bienen ( $\pm 166$ ) und 14.951 Brutzellen ( $\pm 1.154$ ) auf, von denen 13.890 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 1.020$ ) waren. Im Durchschnitt enthielten 26 Zellen ( $\pm 10$ ) Drohnenbrut. Bis zur Populationsschätzung am 08. und 09.08.2000 entwickelten sich diese Ableger zu Jungvölkern mit durchschnittlich 10.773 Bienen ( $\pm 982$ ) und 14.919 Brutzellen ( $\pm 1.409$ ), von denen 7.307 Arbeiterinnenzellen ( $\pm 841$ ) verdeckelt waren. In durchschnittlich 2 Zellen ( $\pm 2$ ) wurde Drohnenbrut gepflegt. Die Sammelbrutableger hatten somit bereits den Brutumfang der Kontrollvölker erreicht und den der Versuchsvölkern zumindest annähernd. Sie verfügten aber über signifikant weniger Bienen ( $P < 0,001$ ). Mittels multivariater Varianzanalyse konnte eine insgesamt geringere Volksstärke der Ableger gegenüber den Versuchsvölkern und den Kontrollvölkern nachgewiesen werden ( $P < 0,01$  bzw.  $P < 0,001$ ). Andererseits deutet das mittlere Verhältnis Bienen:Brutzellen von 1:1,4 auf eine weitere Aufwärtsentwicklung der Jungvölker hin. Dies steht sowohl im Gegensatz zu den Versuchsvölkern (1:1) als auch zu den Kontrollvölkern (1:0,8).

Diese n=15 eingewinterten Ableger führen bei den 12 Versuchsvölkern zu einer **Nachkommenrate** von +125 %, während selbige bei den Kontrollvölkern 0 % beträgt (Exakter Chi<sup>2</sup>-Test von Mantel-Haenszel P<0,001).

Von den 12 Versuchsvölkern ging 1 Volk während des Winters ein, während die restlichen 91,7 % überlebten. Bei den ursprünglich ebenfalls 12 Kontrollvölkern waren zum Stichtag 30.04.2001 nach einem Abgang von 2 Völkern noch 83,3 % am Leben. Von den Sammelbrutablegern (n=15) waren ausgangs des Winters 2 Einheiten weisellos und gingen ein; 86,7 % überlebten. Die **Überwinterungsquoten** waren somit annähernd gleich (Abb. 13).

Auch in der **Auswinterungsstärke** stimmten die beiden Gruppen überein (Abb. 12). Zur Populationsschätzung im folgenden Frühjahr (24.-26.04.2001) wiesen die überlebenden Versuchsvölker (n=11) im Mittel 11.186 Arbeiterinnen ( $\pm 1.820$ ) und 12.969 Brutzellen ( $\pm 1.837$ ) einschließlich 4.200 verdeckelter Arbeiterinnenzellen ( $\pm 625$ ) auf. Bei den überlebenden Kontrollvölkern (n=10) ergab die Schätzung 10.810 Arbeiterinnen ( $\pm 2.119$ ) und 12.122 Brutzellen ( $\pm 1.837$ ) einschließlich 3.836 verdeckelter Arbeiterinnenzellen ( $\pm 643$ ). Bei dieser Schätzung wurden in den Versuchsvölkern durchschnittlich 332 Drohnenbrutzellen ( $\pm 184$ ) und in den Kontrollvölkern 738 ( $\pm 360$ ) ermittelt.

Die **überlebenden Sammelbrutableger** (n=13) starteten mit 14.108 Bienen ( $\pm 1.488$ ) und 16.809 Brutzellen ( $\pm 1.929$ ) incl. 7.950 verdeckelter Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.125$ ) und 283 Drohnenbrutzellen ( $\pm 145$ ) in das Frühjahr. Sie wiesen somit signifikant mehr verdeckelte Brutzellen auf als die Versuchs- und die Kontrollvölker (t-Test jeweils P<0,01). Entsprechend dem im August des Versuchsjahres ermittelten Verhältnis Bienen:Brutzellen entwickelten sich die Jungvölker im Gegensatz zu den Versuchs- und Kontrollvölkern bis zum April des folgenden Jahres aufwärts und konnten dadurch deutlich aufholen. Die Varianzanalyse für wiederholte Messungen zeigt für den Zeitraum August 2000 bis April 2001 zumindest für die Anzahl Bienen sowohl gegenüber den Versuchsvölkern als auch den Kontrollvölkern eine signifikant bessere Entwicklung (P<0,01 bzw. P<0,001).

Infolge der Ablegerbildung aus den Versuchsvölkern und der guten beider Gruppen wuchs der **Völkerbestand** der Versuchsgruppe innerhalb eines Jahres ab Versuchsbeginn auf 200 %, während jener der Kontrollgruppe auf 83 % zurückging (Exakter Chi<sup>2</sup>-Test von Mantel-Haenszel P<0,001) (Abb. 13).

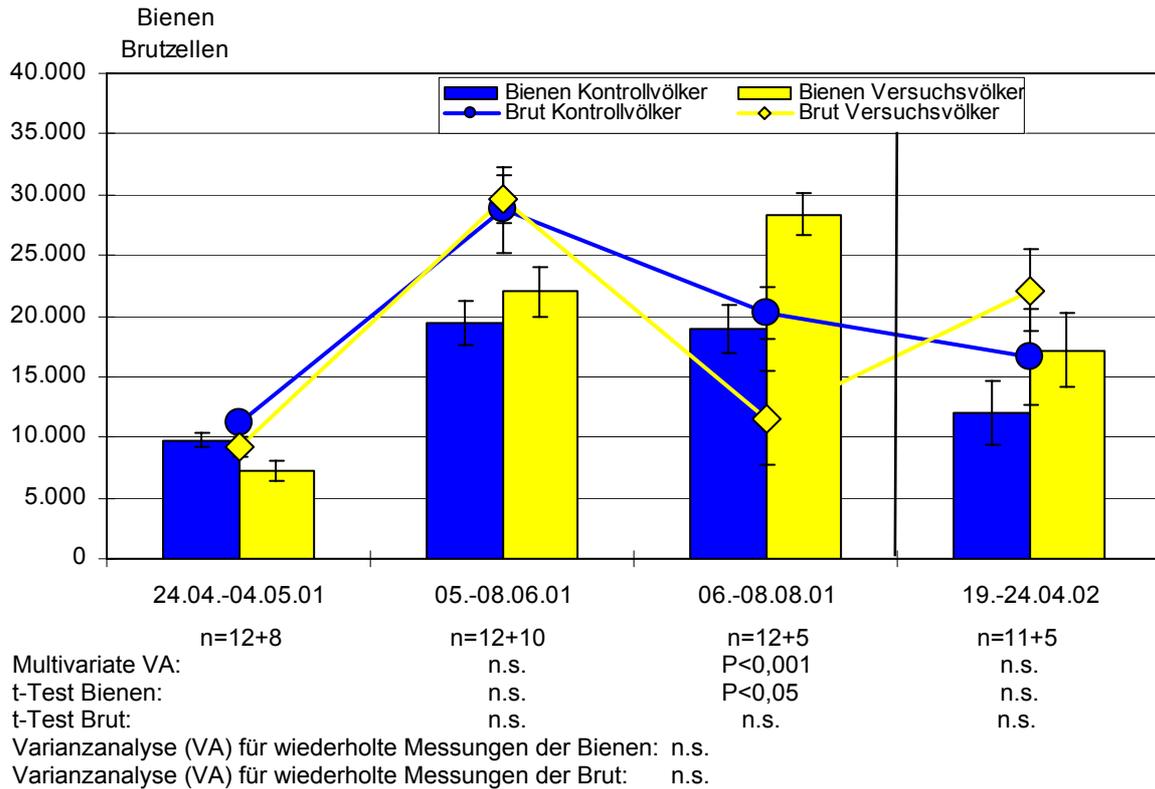
### 3.1.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker

Mittels multivariater Varianzanalyse für die jeweiligen **Populationsschätzungen** auf der Basis der Anzahl Bienen und der Anzahl Brutzellen pro Volk konnten für die Schätzzeitpunkte bis zur Schröpfung der Versuchsvölker keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Dies ist jedoch bei der Populationsschätzung im August des Versuchsjahres der Fall ( $P < 0,001$ ). Nach der folgenden Auswinterung waren die Versuchsvölker nicht signifikant stärker als die Kontrollvölker (Abb. 14).

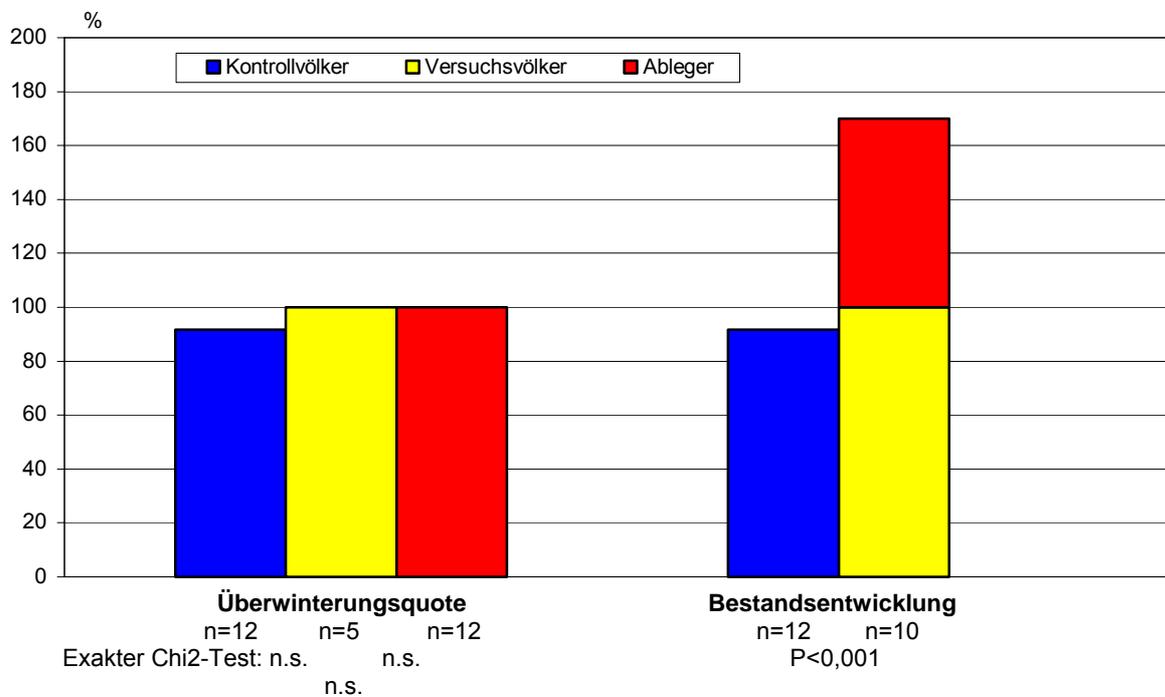
Die Varianzanalyse für wiederholte Messungen ergab weder in Bezug auf die Brutmenge noch bezüglich der Anzahl Bienen einen signifikant unterschiedlichen Entwicklungsverlauf.

Infolge des Ausfalls dreier Völker während der Rapstracht, und damit vor dem eigentlichen Versuchsbeginn, musste z.T. auf Völker zurückgegriffen werden, bei denen im Frühjahr keine Populationsschätzung vorgenommen worden war. Um für die Kontrollgruppe das durchgehende Vorhandensein von Daten zu sichern, wurden die neu aquirierten Völker der Versuchsgruppe nach augenscheinlicher Volksstärke und Nettogewichtszunahme in der Rapstracht aus einem Reservepool ausgewählt. Infolge der versuchsbedingten Vereinigung von je 2 Versuchsvölkern ging deren Anzahl auf die Hälfte zurück.

Wenn die Populationsschätzdaten vom April 2001 auf den ersten Blick Unterschiede zwischen den Gruppen zeigen, so ist das ihrer zuvor beschriebenen Unvollständigkeit zuzuschreiben (n=8 Versuchsvölker mit  $7.228 \pm 770$  Bienen und  $9.180 \pm 800$  Brutzellen, davon  $3.905 \pm 613$  Arbeiterinnenzellen verdeckelt sowie  $75 \pm 46$  Drohnenbrutzellen; n=12 Kontrollvölker mit  $9.767 \pm 620$  Bienen und  $11.176 \pm 558$  Brutzellen, davon  $2.067 \pm 426$  Arbeiterinnenzellen verdeckelt sowie  $330 \pm 220$  Drohnenbrutzellen). Statistische Tests sind deshalb für diese Schätzung nicht sinnvoll. Bei der zweiten Populationsschätzung vom 05.-08.06.2001 und damit kurz vor der ersten Schröpfung der Versuchsvölker stimmen beide Gruppen erwartungsgemäß weitgehend überein (n=10 Versuchsvölker mit  $21.992 \pm 2.067$  Bienen und  $29.631 \pm 1.985$  Brutzellen, davon  $14.804 \pm 1.078$  Arbeiterinnenzellen verdeckelt sowie  $2.447 \pm 633$  Drohnenbrutzellen; n=12 Kontrollvölker mit  $19.424 \pm 1.806$  Bienen und  $28.742 \pm 3.573$  Brutzellen, davon  $15.253 \pm 1.730$  Arbeiterinnenzellen verdeckelt sowie  $2.175 \pm 463$  Drohnenbrutzellen).



**Abb. 14:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker auf die Volksentwicklung der Versuchsgruppe im Vergleich zur nicht geschröpften Kontrollgruppe. Versuchsjahr 2001-2002, Brutentnahme am 19.06. + 29.06.2001, Vereinigung am 19.07.2001 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).



**Abb. 15:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker auf die Überwinterungsquote und Bestandsentwicklung der Versuchsvölker samt den daraus gebildeten Ablegern im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2001-2002, Brutentnahme am 19.06. + 29.06.2001, Vereinigung am 19.07.2001.

Bei der dritten Populationsschätzung vom 06.-08.08.2001 hatten die zweimal geschröpften und dann vereinigten Versuchsvölker mit  $P < 0,05$  signifikant mehr Bienen als die Kontrollvölker, was auf den Brutumfang nicht zutrifft ( $n=5$  Versuchsvölker mit  $28.378 \pm 1.791$  Bienen und  $11.604 \pm 3.924$  Brutzellen, davon  $8.328 \pm 2.728$  Arbeiterinnenzellen verdeckelt sowie  $276 \pm 134$  Drohnenbrutzellen;  $n=12$  Kontrollvölker mit  $18.981 \pm 1.984$  Bienen und  $20.240 \pm 2.078$  Brutzellen, davon  $11.807 \pm 1.345$  Arbeiterinnenzellen verdeckelt sowie  $310 \pm 148$  Drohnenbrutzellen). Ein schröpfungsbedingter Einfluss auf die Menge aufgezogener Drohnenbrut ist hier nicht erkennbar.

Die **Jungvölker** die bei der ersten und zweiten Schröpfung der Versuchsvölker als Brut- bzw. Sammelbrutableger gebildet wurden, hatten bei der Populationsschätzung am 01.-02.08.2001 mit  $11.018$  Arbeiterinnen ( $\pm 721$ ,  $n=12$ ) signifikant weniger Bienen als die Versuchsvölker ( $P < 0,001$ ), konnten aber mit  $12.327$  Brutzellen ( $\pm 1.264$ , davon  $4.730 \pm 342$  verdeckelte Arbeiterinnenzellen aber keine Drohnenbrut) bereits den gleichen Brutumfang aufweisen. Hinter den Kontrollvölkern lagen sie sowohl mit der Anzahl Bienen als auch mit der Anzahl Brutzellen signifikant zurück (jeweils  $P < 0,01$ ). Das mittlere Verhältnis Bienen:Brutzellen von  $1:1,1$  deutet auf eine noch geringfügige Aufwärtsentwicklung der Jungvölker hin. Gleiches zeigt sich bei den Kontrollvölkern, während die Versuchsvölker nur noch ein Bienen:Brutzellen-Verhältnis von  $1:0,4$  aufweisen, was für den Schätzzeitpunkt auf eine (zu) hohe Bienenzahl hinweist.

Diese  $n=12$  eingewinterten Jungvölker führen bei den ursprünglich  $10$  Versuchsvölkern zu einer **Nachkommenrate** von  $+120\%$ , während selbige bei den  $12$  Kontrollvölkern  $0\%$  beträgt (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ).

Die Winterverluste waren ausgesprochen gering. Von den  $5$  eingewinterten Versuchsvölkern und ihren  $12$  Ablegern überlebten alle bis zum Stichtag 30.04. des Folgejahres. Nur von den  $12$  Kontrollvölkern ging eines zugrunde, was einer **Überwinterungsquote** dieser Gruppe von  $92\%$  entspricht. Dieser Unterschied zu den Versuchsvölkern und den Ablegern ist nicht signifikant (Abb. 15).

Die **überlebenden Versuchsvölker** ( $n=5$ ) hatten bei der ersten Populationsschätzung nach der Überwinterung (19.-24.04.2002) im Mittel  $17.168$  Bienen ( $\pm 3.040$ ) und  $22.092$  Brutzellen ( $\pm 3.371$ ), davon  $9.624$  verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.506$ ). In den Kontrollvölkern ( $n=11$ ) waren dagegen nur  $12.045$  Bienen ( $\pm 2.650$ ) und  $16.594$  Brutzellen ( $\pm 3.918$ ), davon  $8.382$  verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 2.039$ ) vorhanden. Die Differenzen sind jedoch nicht signifikant (Abb. 14).

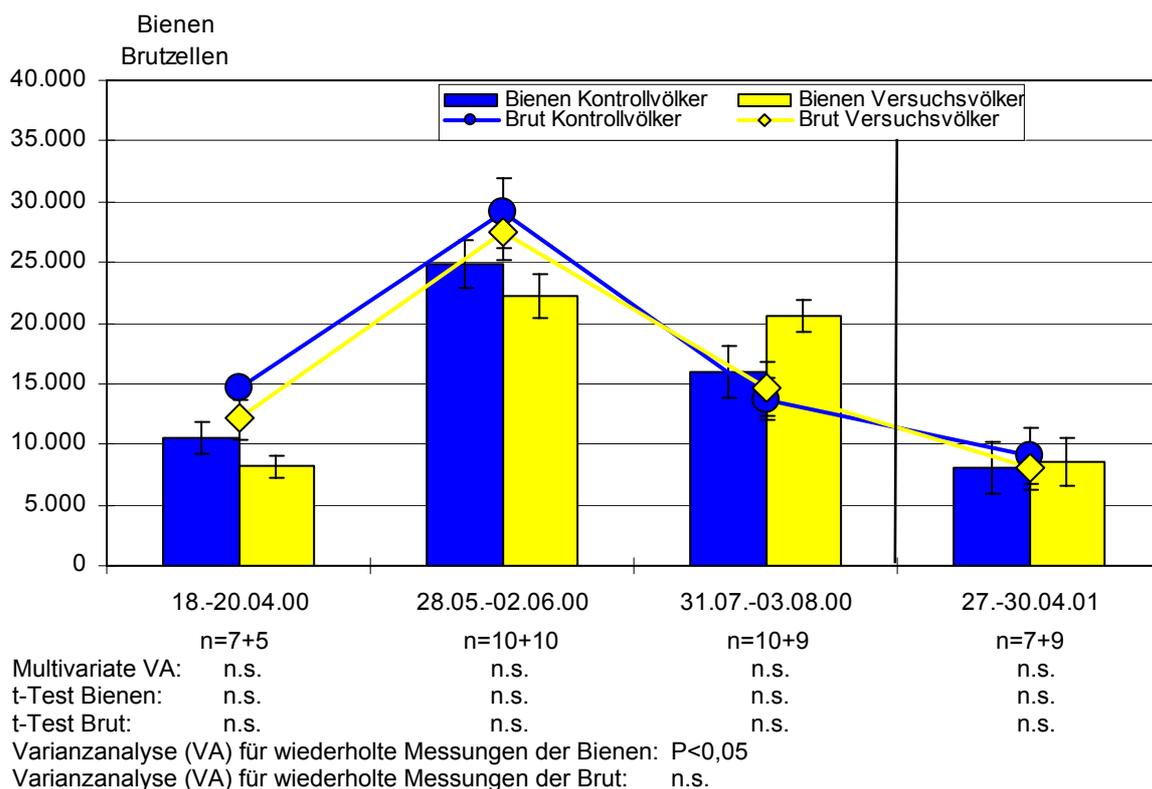
Die Versuchsvölker pflegten zum Zeitpunkt dieser Schätzung bereits 764 Drohnenbrutzellen ( $\pm 355$ ), die Kontrollvölker dagegen nur 608 ( $\pm 509$ ; n.s.).

Die **Jungvölker** (n=12) starteten mit 13.665 Bienen ( $\pm 1.225$ ) und 14.082 Brutzellen ( $\pm 1.237$ ), incl. 6.720 verdeckelten Arbeiterinnenzellen ( $\pm 778$ ) und 512 Drohnenbrutzellen ( $\pm 195$ ), trotz ihrer hoch signifikant geringeren Anzahl Bienen und Brutzellen im August des Versuchsjahres etwa ebenso stark in das Frühjahr wie die Kontrollvölker. Dagegen blieben sie hinter den Versuchsvölkern in der Anzahl Brutzellen signifikant ( $P < 0,05$ ) zurück. Auffallend ist, dass sowohl die Anzahl Bienen als auch die Anzahl Brutzellen bei der Populationsschätzung im April 2002 höher war als bei jener im August 2001. Diese Entwicklung steht im Gegensatz zur Entwicklung der Anzahl Bienen der Versuchsvölker und der Kontrollvölker ( $P < 0,001$  bzw.  $P < 0,01$ ). Jedoch entwickelt sich der Brutumfang der Versuchsvölker im gleichen Zeitraum signifikant stärker als jener der Jungvölker ( $P < 0,05$ ).

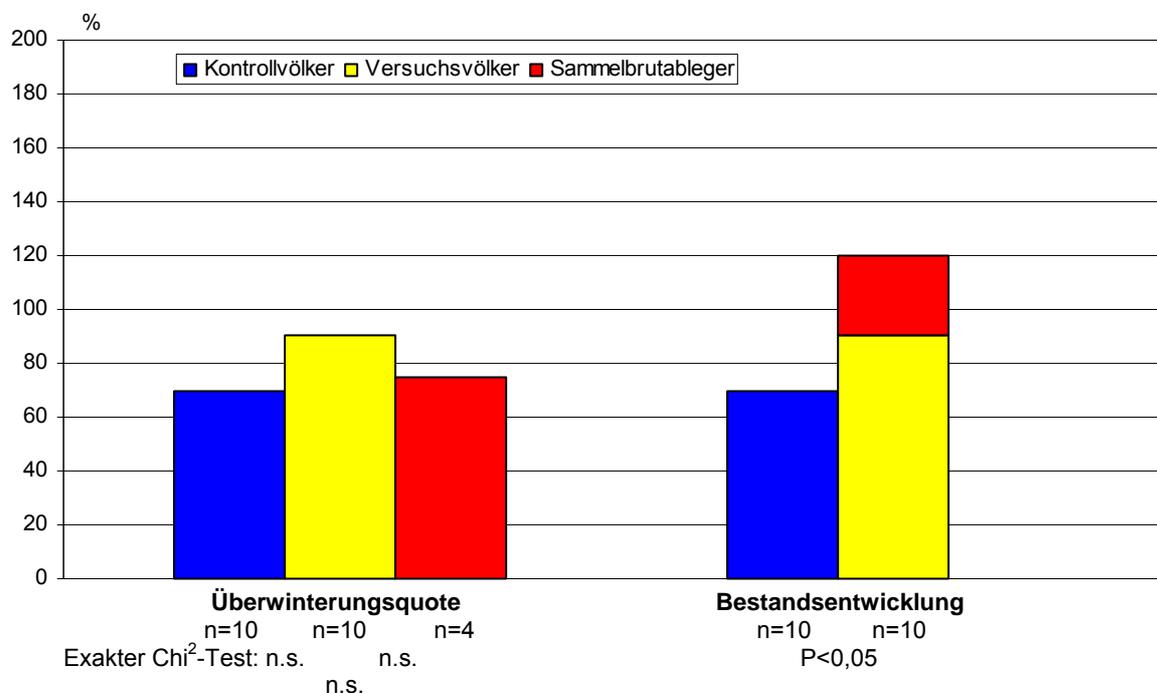
Infolge der Ablegerbildung aus den Versuchsvölkern und der hervorragenden Auswinterung dieser beiden Gruppen wuchs der **Völkerbestand** der Versuchsgruppe trotz der Vereinigung jeweils zweier Versuchsvölker innerhalb eines Jahres ab Versuchsbeginn auf 170 %, während jener der Kontrollgruppe auf 92 % zurückging (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ) (Abb. 15).

#### **3.1.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers**

Mittels multivariater Varianzanalyse für die jeweiligen **Populationsschätzungen**, in die sowohl die Anzahl Bienen als auch die Anzahl Brutzellen der Völker eingeht, konnten für die Schätzzeitpunkte im Versuchsjahr keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Gleiches gilt für die Populationsschätzung nach der Auswinterung im Folgejahr. Dagegen zeigt sich im Ergebnis der Varianzanalyse für wiederholte Messungen eine mit  $P < 0,05$  signifikant stärkere Entwicklung der Bienenzahl in den Versuchsvölkern (Abb. 16). Wie bereits unter 2.2.4. dargestellt, konnten nicht alle Völker noch vor Trachtbeginn einer Populationsschätzung unterzogen werden. Wenn somit die Daten der ersten Populationsschätzung im April 2000 nicht vollständig sind, so kann aufgrund der Ergebnisse der darauf folgenden Populationsschätzung Ende Mai/Anfang Juni einerseits und der anfänglichen Nettogewichtszunahme der Völker andererseits davon ausgegangen werden, dass die vorhandenen Daten die Volkstärke beider Gruppen repräsentativ darstellen.



**Abb. 16:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinerung eines teilsanierten Ablegers auf die Volkentwicklung der Versuchsgruppe im Vergleich zur nicht geschöpften Kontrollgruppe. Versuchsjahr 2000-2001, Brutentnahme am 02.06. + 12.06.2000, Rückvereinerung am 30.06.2000 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).



**Abb. 17:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinerung eines teilsanierten Ablegers auf die Überwinterungsquote und Bestandsentwicklung der Versuchsvölker samt den daraus gebildeten Sammelbrutablegern im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2000-2001. Brutentnahme 02.06. + 12.06.2000, Rückvereinerung 30.06.2000

Jene Versuchsvölker, welche die erste Populationsschätzung repräsentieren, waren im Zeitraum 18.04.-20.04.2000 annähernd so stark wie die Kontrollvölker (Abb. 16). Zwischen der Anzahl Bienen und Brutzellen der Versuchsvölker (n=5 mit 8.202 Bienen ( $\pm 920$ ) und 12.144 Brutzellen ( $\pm 1.828$ ), davon 7.296 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 1.582$ )) und denen der Kontrollvölker (n=7 10.574 Bienen ( $\pm 1.291$ ) und 14.594 Brutzellen ( $\pm 943$ ) incl. 8.131 verdeckelter Arbeiterinnenzellen ( $\pm 539$ )) gab es keinen signifikanten Unterschied (jeweils  $P > 0,05$ ).

Dies trifft ebenso auf die zweite Schätzung zu, die im Zeitraum 28.05.-02.06.2000 und damit unmittelbar vor der 1. Schröpfung durchgeführt wurde. Zwischen der Anzahl Bienen und Brutzellen der Versuchsvölker (n=10 mit 22.232 Bienen ( $\pm 1.834$ ) und 27.561 Brutzellen ( $\pm 2.387$ ), davon 15.052 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.282$ ) und denen der Kontrollvölker (n=10 mit 24.854 Bienen ( $\pm 2.012$ ) und 29.054 Brutzellen ( $\pm 2.912$ ), incl. 16.412 verdeckelter Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.238$ )) konnte wiederum kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (jeweils  $P > 0,05$ ).

Und auch bei der dritten Populationsschätzung, die nach Trachtende im Zeitraum vom 31.07. bis 03.08.2000 erfolgte, unterschieden sich die Versuchsvölker nicht signifikant von den Kontrollvölkern. Eines der Versuchsvölker fiel unmittelbar vor dieser Schätzung Vandalismus zum Opfer und konnte in dieser Schätzung nicht berücksichtigt werden. Die verbliebenen Versuchsvölker (n=9) hatten im Mittel 20.555 Bienen ( $\pm 1.328$ ) und 14.615 Brutzellen ( $\pm 2.201$ ), von denen 8.658 ( $\pm 1.218$ ) Arbeiterinnenzellen verdeckelt waren. Bei den Kontrollvölkern (n=10) waren es 15.956 Bienen ( $\pm 2.078$ ) (n.s.) und 13.684 Brutzellen ( $\pm 1.720$ ), davon 7.604 ( $\pm 1.085$ ) verdeckelte Arbeiterinnenzellen.

Die aufgeführten Brutmengen enthalten in der ersten Schätzung bei den Versuchsvölkern 64 Drohnenbrutzellen ( $\pm 43$ ), bei den Kontrollvölkern 23 ( $\pm 19$ ). In der zweiten Schätzung wurden bei den Versuchsvölkern im Mittel 2.185 Drohnenbrutzellen ( $\pm 386$ ), bei den Kontrollvölkern 1.854 ( $\pm 371$ ) ermittelt. In der dritten Populationsschätzung waren es bei der Versuchsgruppe 268 ( $\pm 217$ ) und bei der Kontrollgruppe 168 Drohnenbrutzellen ( $\pm 108$ ) je Volk. Zu keinem der Schätzzeitpunkte waren die ermittelten Unterschiede signifikant.

Die **Sammelbrutableger** (n=4), die bei der zweiten Schröpfung der Versuchsvölker gebildet und mit den bienenfreien Brutwaben verstärkt wurden, die aus den Ablegern der ersten Schröpfung entnommen worden sind, hatten am 10.08.2000 durchschnittlich 16.588 Bienen ( $\pm 1.981$ ) und 6.610 Brutzellen ( $\pm 2.796$ ), davon 1.560 verdeckelt ( $\pm 902$ ). Drohnenbrut war keine vorhanden. Die Sammelbrutableger hatten somit bereits die Anzahl Bienen der Kontrollvölker erreicht. Der Brutumfang war jedoch sowohl gegenüber den

Kontroll- als auch den Versuchsvölkern signifikant geringer (jeweils  $P < 0,05$ ). Das mittlere Verhältnis Bienen:Brutzellen von 1:0,4 ist deutlich ungünstiger als jenes der Kontrollvölker (1:0,8) und der Versuchsvölker (1:0,7). Das wird auf die vom 18.07.-01.08.2000 durchgeführte Langzeitbehandlung der Sammelbrutableger mit Ameisensäure (Nassenheider Verdunster horizontal) zurückgeführt, was insbesondere durch den sehr geringen Anteil verdeckelter Brut von nur 24 % und damit weniger als der Hälfte des bei gleich bleibender Eiablage der Königin zu erwartenden Normalwertes (57 %) unterstrichen wird.

Diese  $n=4$  eingewinterten Sammelbrutableger führen bei den 10 Versuchsvölkern zu einer **Nachkommenrate** von +40 %, während selbige bei den Kontrollvölkern 0 % beträgt (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ).

Von den 10 Versuchsvölkern ging während des Winters ein Volk ein, während die restlichen 90 % überlebten. Bei den ursprünglich ebenfalls 10 Kontrollvölkern waren zum Stichtag 30.04.2001 nur noch 70 % am Leben. Von den zu Jungvölkern entwickelten Sammelbrutablegern ( $n=4$ ) überlebten 75 % den Winter. Diese unterschiedlichen **Überwinterungsquoten** ließen sich jedoch nicht statistisch signifikant absichern (Abb. 17).

Bei den **überlebenden Völkern** zeigten sich keine Unterschiede in der Volksstärke (Abb. 16). Die Versuchsvölker ( $n=9$ ) hatten bei der ersten Populationsschätzung nach der Überwinterung (27.-30.04.2001) im Mittel 8.527 Bienen ( $\pm 1.979$ ) und 8.014 Brutzellen ( $\pm 1.681$ ), davon 1.333 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 705$ ). In den Kontrollvölkern ( $n=7$ ) waren 8.038 Bienen ( $\pm 2.166$ ) und 9.047 Brutzellen ( $\pm 2.264$ ), davon 1.634 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 453$ ), vorhanden (Abweichungen jeweils n.s.). Der sehr kleine Anteil verdeckelter Brut beider Gruppen weist auf einen späten Brutbeginn hin, was auch die noch relativ geringe Anzahl Bienen erklärt.

Die Versuchsvölker pflegten zum Zeitpunkt dieser Schätzung im Mittel 36 Drohnenbrutzellen ( $\pm 36$ ), die Kontrollvölker 7 ( $\pm 4$ ; n.s.).

Die **überlebenden Sammelbrutableger** ( $n=3$ ) starteten mit 11.013 Bienen ( $\pm 3.226$ ) und 11.172 Brutzellen ( $\pm 2.985$ ), incl. 4.640 verdeckelten Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.365$ ) und 38 Drohnenbrutzellen ( $\pm 38$ ). Für die Anzahl verdeckelter Arbeiterinnenzellen ist der Vorsprung gegenüber den Versuchs- und Kontrollvölkern jeweils signifikant ( $P < 0,05$ ). Während sich die Anzahl Bienen von August 2000 bis April 2001 deutlich verringerte, vergrößerte sich im Gegenzug der Brutumfang im Vergleich beider Populationsschätzungen entsprechend stark. Letzteres steht signifikant im Gegensatz zur Entwicklung der Versuchsvölker und der Kontrollvölker (jeweils  $P < 0,05$ ).

Infolge der Ablegerbildung aus den Versuchsvölkern und der relativ guten Auswinterung dieser beiden Gruppen wuchs der **Völkerbestand** der Versuchsgruppe innerhalb eines Jahres ab Versuchsbeginn auf 120 %, während jener der Kontrollgruppe auf 70 % zurückging (Exakter Chi<sup>2</sup>-Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,05$ ) (Abb. 17).

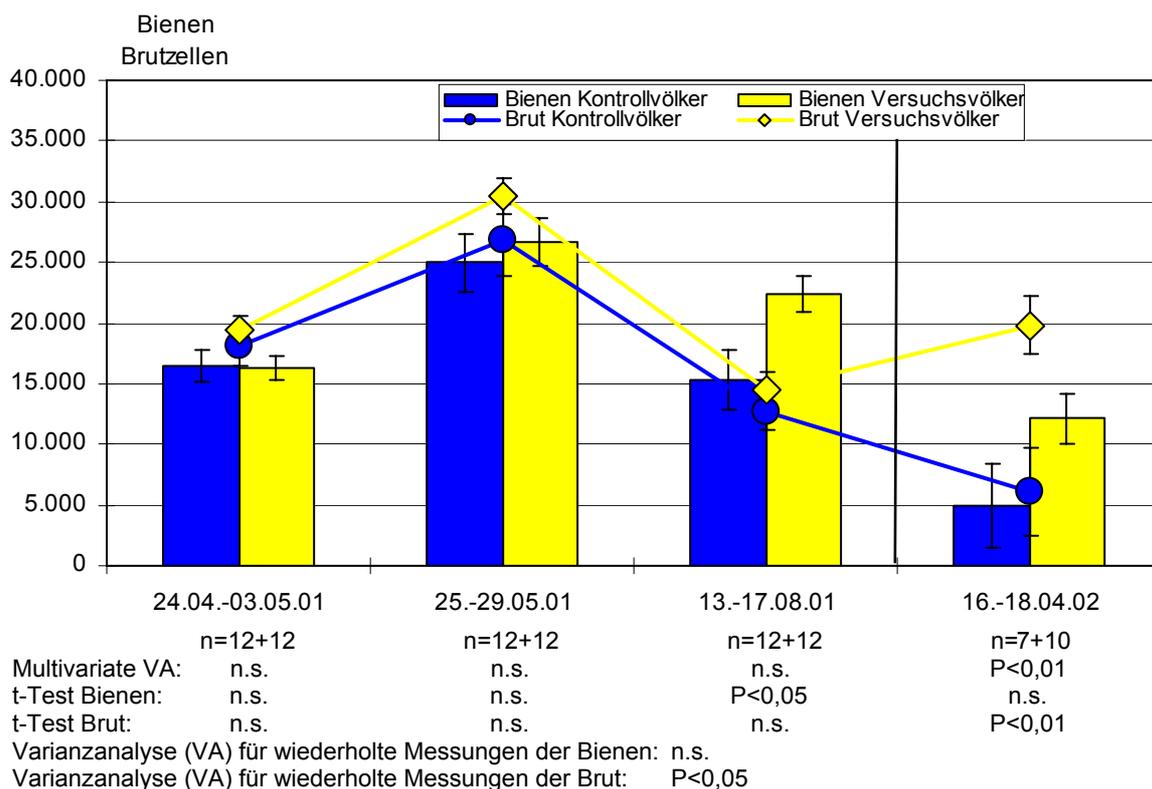
### **3.1.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers**

#### Versuchsjahr 1

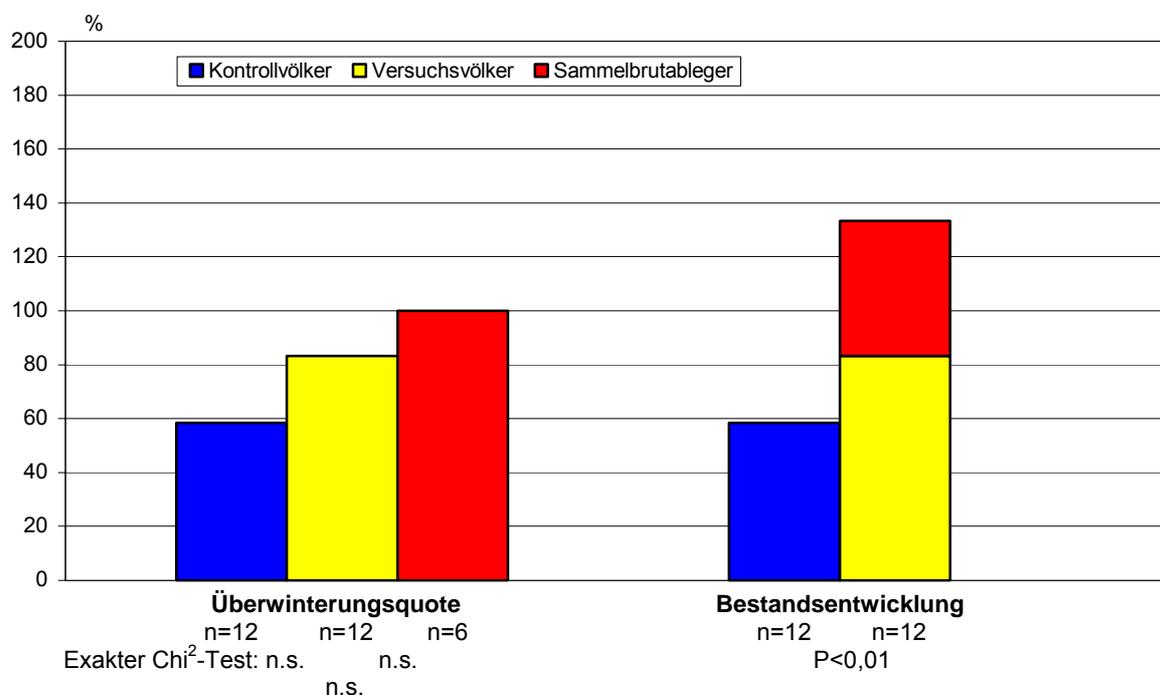
Im Ergebnis der multivariaten Varianzanalyse für die jeweiligen **Populationsschätzungen**, in die sowohl die Anzahl Bienen als auch die Anzahl Brutzellen der Völker eingeht, konnten für die Schätzzeitpunkte im Versuchsjahr keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Nach der folgenden Auswinterung sind die Völker der Versuchsgruppe jedoch mit  $P < 0,01$  signifikant stärker als die der Kontrollgruppe (Abb. 18). Das ist vor allem auf den erheblich größeren Brutumfang der Versuchsvölker zurückzuführen. Mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen ergab sich in Bezug auf die Brutmenge mit  $P < 0,05$  ein signifikant unterschiedlicher Entwicklungsverlauf. Dieser zeigte sich zwar bei den Bienen so nicht, wofür jedoch der relativ frühe Zeitpunkt der Populationsschätzung im April 2002 verantwortlich sein dürfte. Die Entwicklungskurve der Bienen folgt der Brutentwicklung schließlich erst mit einer zeitlichen Verzögerung von drei Wochen.

Die Versuchsvölker waren bei der ersten Populationsschätzung im Zeitraum 24.04.-03.05.2001 im Mittel ebenso stark wie die Kontrollvölker. Zwischen der Anzahl Bienen und Brutzellen der Versuchsvölker ( $n=12$  mit 16.351 Bienen ( $\pm 1.007$ ) und 19.456 Brutzellen ( $\pm 1.142$ ), davon 8.130 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 882$ )) und denen der Kontrollvölker ( $n=12$  mit 16.490 Bienen ( $\pm 1.305$ ) und 18.112 Brutzellen ( $\pm 1.629$ ) incl. 7.457 verdeckelten Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.133$ )) gab es keinen Unterschied (jeweils  $P > 0,05$ ) (Abb. 18).

Dies trifft auch auf die zweite Schätzung zu, die im Zeitraum 25.-29.05.2001 und damit unmittelbar vor der 1. Schröpfung der Versuchsvölker durchgeführt wurde. Zwischen der Anzahl Bienen und Brutzellen der Versuchsvölker ( $n=12$  mit 26.662 Bienen ( $\pm 2.006$ ) und 30.436 Brutzellen ( $\pm 1.524$ ), davon 18.250 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 945$ )) und denen der Kontrollvölker ( $n=12$  mit 24.947 Bienen ( $\pm 2.333$ ) und 26.834 Brutzellen ( $\pm 2.985$ ) incl. 17.090 verdeckelter Arbeiterinnenzellen ( $\pm 2.050$ )) konnte wiederum kein Unterschied festgestellt werden (jeweils  $P > 0,05$ ).



**Abb. 18:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinerung eines sanierten Ablegers auf die Volksentwicklung der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. 1. Versuchsjahr 2001-2002, Brutentnahme 29.05. + 07.06.2001, Rückvereinerung ab 28.06.2001 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).



**Abb. 19:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinerung eines sanierten Ablegers auf die Überwinterungsquote und Bestandsentwicklung der Versuchsgruppe samt den daraus gebildeten Sammelbrutablegern im Vergleich zur Kontrollgruppe. 1. Versuchsjahr 2001-2002, Brutentnahme 29.05. + 07.06.2001, Rückvereinerung in 2 Schritten ab 28.06.2001.

Bei der dritten Populationsschätzung, die im Zeitraum 13.08. bis 17.08.2001 erfolgte, waren die Versuchsvölker (n=12) deutlich stärker als die Kontrollvölker (n=12). Die Versuchsvölker hatten im Mittel 22.334 Bienen ( $\pm 1.486$ ). Bei den Kontrollvölkern waren es dagegen nur 15.274 Bienen ( $\pm 2.458$ ) ( $P < 0,05$ ). Die Versuchsvölker hatten 14.437 Brutzellen ( $\pm 1.470$ ), von denen 8.367 ( $\pm 800$ ) Arbeiterinnenzellen verdeckelt waren. Die Kontrollvölker hatten einen mittleren Brutumfang von nur 12.606 Zellen ( $\pm 1.447$ ), davon 7.370 ( $\pm 829$ ) verdeckelte Arbeiterinnenzellen. Der Unterschied im Brutumfang ist nicht signifikant ( $P > 0,05$ ).

Die aufgeführten Brutmengen enthalten in der ersten Schätzung bei den Versuchsvölkern 380 Drohnenbrutzellen ( $\pm 203$ ), bei den Kontrollvölkern 412 ( $\pm 248$ ). In der zweiten Schätzung wurden bei den Versuchsvölkern im Mittel 889 Drohnenbrutzellen ( $\pm 326$ ), bei den Kontrollvölkern 540 ( $\pm 191$ ) ermittelt. In der dritten Populationsschätzung waren es bei der Versuchsgruppe 4 ( $\pm 4$ ) und bei der Kontrollgruppe 240 Drohnenbrutzellen ( $\pm 193$ ) je Volk.

Die **Sammelbrutableger** (n=6), die bei der zweiten Schröpfung der Versuchsvölker gebildet und mit den bienenfreien Brutwaben verstärkt wurden, die aus den Ablegern der ersten Schröpfung entnommen worden sind, hatten am 09.08.2001 im Mittel 11.821 Bienen ( $\pm 1.704$ ) und 14.053 Brutzellen ( $\pm 1.319$ ), davon 6.973 verdeckelt ( $\pm 636$ ). Drohnenbrut war keine vorhanden. Diese Jungvölker hatten somit bereits weitgehend die Stärke der Kontrollvölker erreicht.

Gegenüber den Versuchsvölkern hatten sie jedoch signifikant weniger Bienen ( $P < 0,001$ ). Das mittlere Verhältnis Bienen:Brutzellen von 1:1,2 deutet aber auf eine weitere Aufwärtsentwicklung der Ableger hin. Dies steht im Gegensatz zu den Kontrollvölkern (1:0,8) und den Versuchsvölkern (1:0,6).

Diese n=6 eingewinterten Sammelbrutableger führen bei den 12 Versuchsvölkern zu einer **Nachkommenrate** von +50 %, während selbige bei den Kontrollvölkern 0 % beträgt (Exakter Chi<sup>2</sup>-Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ).

Von den 12 Versuchsvölkern wurden 2 Bienenvölker nach der letzten Kontrolle offensichtlich weisellos und gingen während des Winters ein, während die restlichen 83,3 % überlebten. Von den ursprünglich ebenfalls 12 Kontrollvölkern waren zum Stichtag 30.04.2002 nur noch 58,3 % am Leben. Die ersten 25 % dieser Gruppe waren bereits zwischen der letzten Populationsschätzung im August 2001 und dem 30.10. eingegangen. Nur bei einem der toten Völker war ebenfalls Weisellosigkeit nachweisbar. Von den zu Jungvölkern entwickelten Sammelbrutablegern (n=6) überlebten alle den Winter. Diese **Überwinterungsquoten** unterschieden sich jedoch nicht statistisch signifikant (Abb. 19).

In der **Volksstärke der überlebenden Völker** gab es zwischen den Gruppen gravierende Unterschiede. Die Versuchsvölker (n=10) hatten bei der ersten Populationsschätzung nach der Überwinterung (16.-18.04.2002) im Mittel 12.115 Bienen ( $\pm 2.035$ ) und 19.810 Brutzellen ( $\pm 2.442$ ), davon 11.492 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.232$ ). In den Kontrollvölkern (n=7) waren dagegen nur 4.967 Bienen ( $\pm 3.413$ ) und 6.100 Brutzellen ( $\pm 3.610$ ), davon 3.451 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 2.103$ ), vorhanden. Der Unterschied konnte mit  $P < 0,01$  für die Brut signifikant abgesichert werden, nicht jedoch für die Anzahl Bienen ( $P > 0,05$ ) (Abb. 18-19).

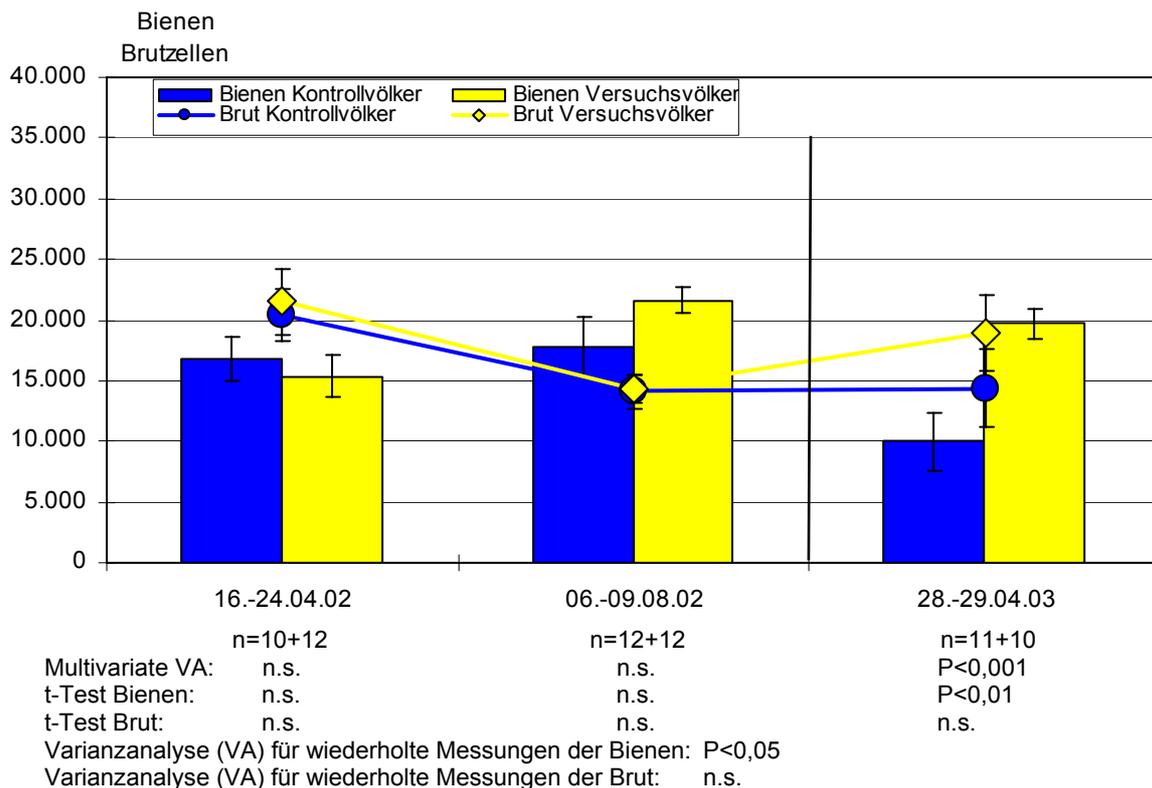
Die Versuchsvölker pflegten zum Zeitpunkt dieser Schätzung bereits 1.070 Drohnenbrutzellen ( $\pm 540$ ), die Kontrollvölker dagegen nur 3 ( $\pm 3$ ;  $P > 0,05$ ).

Die **Sammelbrutableger** (n=6) starteten mit 8.960 Bienen ( $\pm 1.267$ ) und 14.973 Brutzellen ( $\pm 2.511$ ), incl. 7.180 verdeckelter Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.641$ ) und 100 Drohnenbrutzellen ( $\pm 37$ ), ebenfalls deutlich stärker in das Frühjahr als die Kontrollvölker. Dies war jedoch nur für die Brutmenge signifikant nachweisbar ( $P < 0,05$ ). Es fällt auf, dass bei den Ablegern die Anzahl Bienen von August 2001 bis zur Schätzung im April 2002 leicht zunahm, während sie bei den Versuchs- und Kontrollvölkern im gleichen Zeitraum stark zurückging. Diesbezüglich unterscheiden sich die Ableger von den Versuchs- und den Kontrollvölkern signifikant ( $P < 0,01$  bzw.  $P < 0,001$ ).

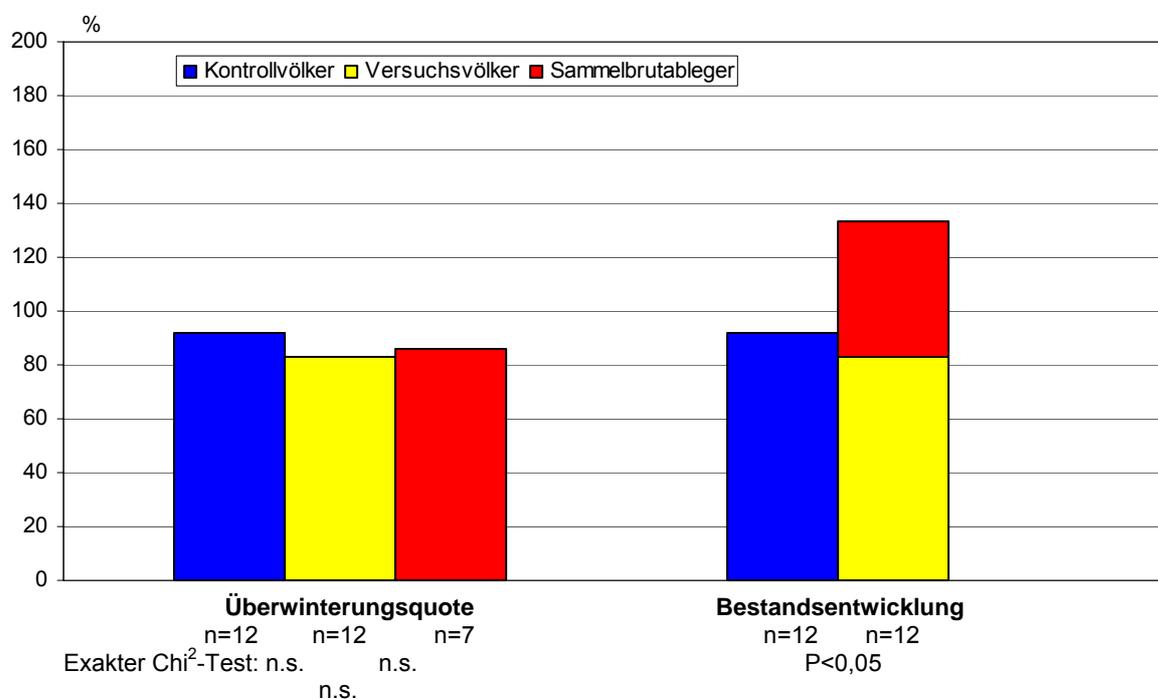
Infolge der Ablegerbildung aus den Versuchsvölkern und der guten Auswinterung dieser beiden Gruppen wuchs der **Völkerbestand** der Versuchsgruppe innerhalb eines Jahres ab Versuchsbeginn auf 133 %, während jener der Kontrollgruppe auf 58 % zurückging (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ) (Abb. 19).

## Versuchsjahr 2

Wie im vorjährigen Versuch konnten im Ergebnis der multivariaten Varianzanalyse, in die sowohl die Anzahl Bienen als auch die Anzahl Brutzellen der Völker eingeht, für die Schätzzeitpunkte innerhalb des Versuchsjahres keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Die Versuchsvölker waren jedoch ebenso wie im gleichen Versuch des Vorjahres nach der dem Versuch folgenden Auswinterung signifikant stärker ( $P < 0,001$ ) als die überlebenden Kontrollvölker (Abb. 20). Dies ist sowohl auf die größere Anzahl Bienen in den Versuchsvölkern als auch deren höhere Ausgeglichenheit zurückzuführen.



**Abb. 20:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinerung eines sanierten Ablegers auf die Volkentwicklung der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. 2. Versuchsjahr 2002-2003, Brutentnahme 28.05. + 07.06.2002, Rückvereinerung ab 18.06.2002 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).



**Abb. 21:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinerung eines sanierten Ablegers auf die Überwinterungsquote und Bestandsentwicklung der Versuchsgruppe samt den daraus gebildeten Sammelbrutablegern im Vergleich zur Kontrollgruppe. 2. Versuchsjahr 2002-2003, Brutentnahme am 28.05. + 07.06.2002, Rückvereinerung in 2 Schritten ab 18.06.2002.

Lt. Varianzanalyse für wiederholte Messungen ließ sich nachweisen, dass sich die Anzahl Bienen in den Kontrollvölkern signifikant schlechter entwickelte als in den Versuchsvölkern ( $P < 0,05$ ). Auch gegenüber den aus den Versuchsvölkern gebildeten Jungvölkern entwickelten sich die Kontrollvölker signifikant schlechter – hier sowohl in der Anzahl Bienen als auch in der Anzahl Brutzellen (jeweils  $P < 0,001$ ).

Bei der ersten Populationsschätzung, die im Zeitraum 16.-24.04.2002 und damit kurz vor Versuchsbeginn erfolgte, waren die späteren Versuchsvölker ( $n=12$ ) im Mittel ebenso stark wie jene, welche die späteren Kontrollvölker ( $n=10$ ) repräsentierten. Letztere Gruppe konnte erst nach der Populationsschätzung auf  $n=12$  aufgefüllt werden, wofür die weiteren Datenerhebungen zugrunde gelegt wurden. Die Versuchsvölker hatten 15.382 Bienen ( $\pm 1.790$ ) und 21.521 Brutzellen ( $\pm 2.699$ ), die Kontrollvölker 16.803 Bienen ( $\pm 1.837$ ; n.s.) und 20.427 Brutzellen ( $\pm 2.186$ ; n.s.). Darunter befanden sich im Mittel 10.117 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.360$ ) bei den zu schröpfenden Völkern und 11.348 ( $\pm 1.443$ ) bei den Kontrollvölkern (n.s.). Auf eine weitere Populationsschätzung unmittelbar vor der Schröpfung der Völker der Versuchsgruppe musste verzichtet werden. Wie die Untersuchungen aus den vorangehenden Jahren belegen, war diese auch nicht zwingend erforderlich, sofern die Gruppenzuordnung wie im vorliegenden Fall auf der Nettogewichtszunahmen der Völker bis zum Zeitpunkt der Schröpfung basierte.

Bei der zweiten Populationsschätzung, die vom 06. bis 09.08.2002 vorgenommen wurde, hatten die Versuchsvölker durchschnittlich 21.622 Bienen ( $\pm 1.080$ ;  $n=12$ ) und 14.380 Brutzellen ( $\pm 1.141$ ), die Kontrollvölker 17.712 ( $\pm 2.615$ ;  $n=12$ ; n.s.) Bienen und 14.091 ( $\pm 1080$ ; n.s.). Darunter waren bei ersteren 7.640 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 1.051$ ) und bei letzteren 7.573 ( $\pm 1.069$ ) zu finden.

In den angeführten Brutmengen sind bei der ersten Populationsschätzung im April 2002 für die Versuchsvölker 995 Drohnenzellen ( $\pm 511$ ) und für die Kontrollvölker 391 Drohnenzellen ( $\pm 164$ ) enthalten. Bei der abschließenden Schätzung im August 2002 waren es bei den Versuchsvölkern 67 ( $\pm 43$ ) und bei den Kontrollvölkern 111 Drohnenzellen ( $\pm 57$ ). Zu beiden Schätzzeitpunkten gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Die **Sammelbrutableger** ( $n=7$ ), die bei der zweiten Schröpfung der Versuchsvölker gebildet und mit den bienenfreien Brutwaben verstärkt wurden, die den Ablegern der ersten Schröpfung entnommen worden sind, waren lt. Populationsschätzung vom 22.08.2002 mit 10.570 Bienen ( $\pm 1.867$ ) und 4.978 Brutzellen ( $\pm 1.388$ ), davon 1.960 verdeckelte Arbeiterinnenzellen ( $\pm 542$ ) und 7 Drohnenzellen ( $\pm 7$ ), lt. Multivariater Varianzanalyse signifikant ( $P < 0,001$ ) schwächer als die Versuchsvölker und signifikant ( $P < 0,05$ ) schwächer

als die Kontrollvölker. Lt. t-Test ist dies im Vergleich mit den Versuchsvölkern sowohl auf die Anzahl Bienen als auch die Anzahl Brutzellen (jeweils  $P < 0,001$ ), gegenüber den Kontrollvölkern vorrangig auf die Anzahl Brutzellen zurückzuführen ( $P < 0,001$ ), während es hier in Bezug auf die Anzahl Bienen keinen signifikanten Unterschied gab. Im Gegensatz zum Versuchsjahr 2001 zeigt sich bei den Jungvölkern das Verhältnis Bienen:Brutzellen Mitte August mit 1:0,5 deutlich ungünstiger. Ursachen könnten in der späteren Populationschätzung und dem kürzeren Abstand zur letzten Behandlung mit Ameisensäure zu suchen sein.

Diese  $n=7$  eingewinterten Sammelbrutableger führen bei den 12 Versuchsvölkern zu einer **Nachkommenrate** von +58 %, während selbige bei den Kontrollvölkern 0 % beträgt (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,001$ ).

Entsprechend der guten Volksstärke sowohl der Versuchsvölker als auch der Kontrollvölker bei der Populationschätzung im August 2002 überwinterten die Völker beider Gruppen ohne bedeutsame Ausfälle (Abb.21). Während sowohl in der Kontrollgruppe ( $n=12$ ; **Überwinterungsquote** 91,7 %) als auch in der Versuchsgruppe ( $n=12$ ) bei jeweils einem Volk die Weisel nach der letzten Kontrolle verloren ging, konnte bei einem weiteren Volk der Versuchsgruppe (Überwinterungsquote 83,3 %) die Todesursache nicht festgestellt werden. Auch bei den Sammelbrutablegern ( $n=7$ ) gab es einen Ausfall wegen Weisellosigkeit (Überwinterungsquote 85,7 %). Statistisch signifikant unterschieden sich die Gruppen jedoch nicht (Abb. 21).

Im Gegensatz zur Überwinterungsquote unterschieden sich die **überlebenden Völker** aber in ihrer Stärke deutlich zwischen den Gruppen (Abb. 20). Die Populationschätzung der Altvölker wurde am 28. und 29.04.2003 vorgenommen. Während die im Versuchsjahr 2002 geschröpften Völker ( $n=10$ ) im Mittel 19.676 Bienen ( $\pm 1.208$ ) umfassten, hatten die überlebenden Kontrollvölker ( $n=11$ ) mit 9.997 ( $\pm 2.380$ ) signifikant weniger Bienen ( $P < 0,01$ ). Die Versuchsvölker wiesen 18.881 Brutzellen ( $\pm 3.137$ ), davon 10.952 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 2.102$ ) auf, die Kontrollvölker mit 14.368 Brutzellen ( $\pm 3.189$ ), von denen 7.600 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 1.595$ ) waren (n.s.).

Die Versuchsvölker pflegten zum Zeitpunkt dieser Schätzung bereits 2.244 Drohnenbrutzellen ( $\pm 552$ ), die Kontrollvölker 1.466 ( $\pm 587$ ; n.s.).

Die **überlebenden Sammelbrutableger** ( $n=6$ ) hatten am 24.04.2003, also nach der Auswinterung, mit 14.408 ( $\pm 1.594$ ) signifikant weniger Bienen als die Versuchsvölker ( $P < 0,05$ ). Mit 14.448 Brutzellen ( $\pm 2.099$ ), davon 7.340 Arbeiterinnenzellen verdeckelt ( $\pm 1.209$ ) entsprach der Brutumfang jenem der Kontrollvölker und unterschied sich auch von

den Versuchsvölkern nicht signifikant. Sowohl bezüglich der Anzahl Bienen als auch der Anzahl Brutzellen wuchsen die Jungvölker von August 2002 bis April 2003 deutlich an. In der Entwicklung der Anzahl Bienen unterscheiden sie sich damit signifikant von der Entwicklung der Versuchs- und der Kontrollvölker (jeweils  $P < 0,01$ ), im Vergleich zu den Kontrollvölkern ebenfalls hinsichtlich der Entwicklung des Brutumfangs ( $P < 0,01$ ).

Infolge der Ablegerbildung aus den Versuchsvölkern und der guten Auswinterung dieser beiden Gruppen wuchs der **Völkerbestand** der Versuchsgruppe innerhalb eines Jahres ab Versuchsbeginn wiederum auf 133 %, während jener der Kontrollgruppe auf 92 % zurückging (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,05$ ) (Abb. 21).

## 3.2. Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen

### 3.2.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut

#### Versuchsjahr 1 (Stand 1)

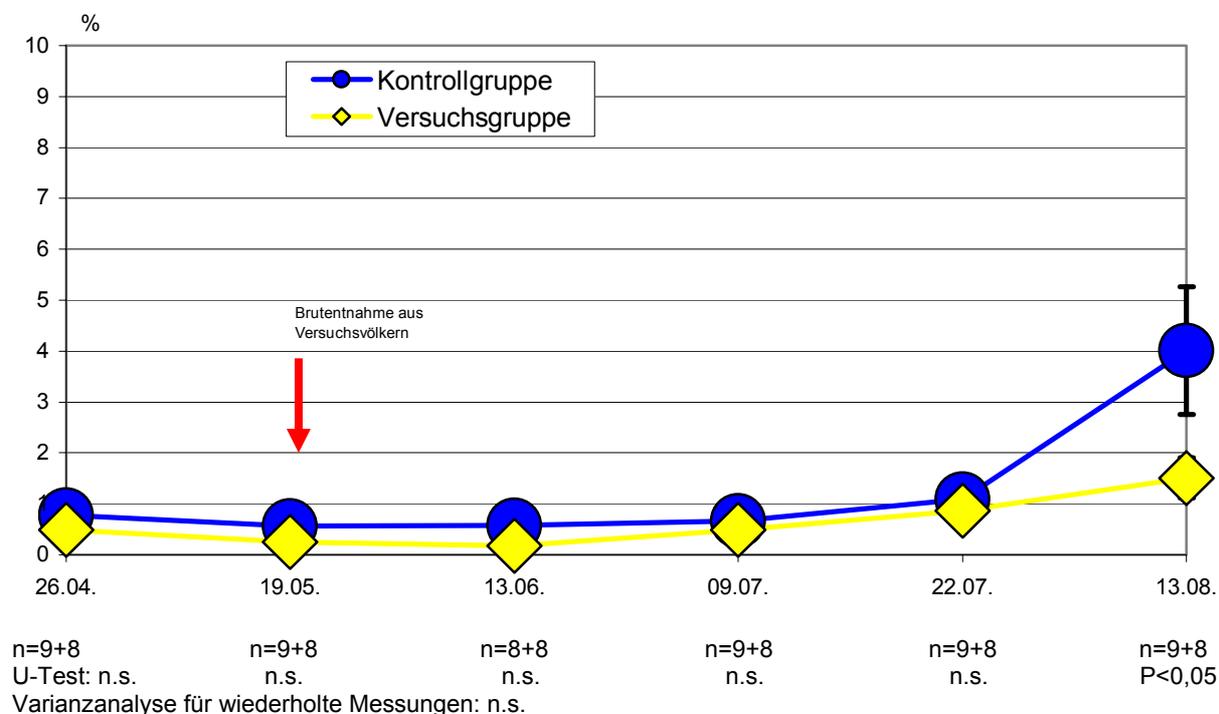
Trotz zufälliger Gruppenzuordnung der Bienenvölker lag der mittlere *Varroa*-Befall der aus den künftigen Kontrollvölkern entnommenen Bienenproben bereits zum Zeitpunkt der ersten Probennahme am 26.04.1998 bei 0,78 % ( $\pm 0,33$ ;  $n=9$ ), während er bei den künftigen Versuchsvölkern nur 0,49 % erreichte ( $\pm 0,21$ ;  $n=8$ ; U-Test n.s.), s. Tab. 7 und Abb. 22. Obwohl bis zur Schröpfung der Versuchsgruppe am 19.05.1998 in keinem Volk Drohnenbrut ausgeschnitten wurde, ging der Befallsgrad der Bienen bis dahin in beiden Gruppen leicht zurück, wofür der zunehmende Brutumfang und ein frühjahrsbedingter „Wechsel“ der Parasiten von den Arbeiterinnen in die Brut ursächlich sein dürfte. Trotz der nun erfolgten Schröpfung der Versuchsvölker entwickelte sich der *Varroa*-Befall der Bienenproben beider Gruppen bis zum 22.07.1998 nahezu parallel. Erst bei der Probennahme am 13.08.1998 trat eine stärkere Differenzierung beider Gruppen ein. Die Bienenproben der Versuchsvölker erreichten mit einem mittleren *Varroa*-Befall von 1,51 % ( $\pm 0,40$ ) nur 38 % des Mittelwertes der Kontrollvölker (4,01 %  $\pm 1,25$ ; U-Test  $P < 0,05$ ) (Tab. 7, Abb. 22). Der Befallsgrad der Bienen der Versuchsvölker stieg somit vom 26.04. bis zum 13.08.1998 nur um das 3,1fache, während er bei den Kontrollvölkern um das 5,1fache und somit deutlich stärker anstieg. Diese unterschiedliche Befallsentwicklung erwies sich mittels der Varianzanalyse für wiederholte Messungen jedoch als nicht signifikant. Ursache dafür dürfte die über lange Zeit weitgehend parallele Entwicklung des Befallsgrades der Bienenproben beider Gruppen sein. Offenbar liegt hier ein Zusammenhang zum Ausschneiden der Drohnenbrut vor, was über die gesamte Saison hinweg vorgenommen worden ist. Während bei den Versuchsvölkern beginnend am 19.05.1998 bis einschließlich 22.07.1998 nur 1.409 verdeckelte Drohnenzellen ( $\pm 485$ )

ausgeschnitten werden konnten, waren es bei den Kontrollvölkern mit durchschnittlich 4.616 ( $\pm 536$ ) Zellen mehr als das Dreifache.

Dagegen blieb das Ergebnis von der Anzahl Bienen/Probe unbeeinflusst. Die Proben der einzelnen Völker enthielten im Mittel 758 Bienen (554 ... 967). Ein gruppenbedingter Effekt war nicht nachweisbar.

**Tab. 7: Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 20.05.1998: Befallsgrad der Bienenproben der Kontroll- und Versuchsvölker 1998 (Stand 1)**

Stand 1 / 1998 (Mittelwerte und Standardfehler)			
Datum	Gruppe	Befallsgrad in %	U-Test
26.04.1998	Versuch (n=8)	0,49 ( $\pm 0,21$ )	n.s.
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>0,78 (<math>\pm 0,33</math>)</b>	
19.05.	Versuch (n=8)	0,25 ( $\pm 0,08$ )	n.s.
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>0,57 (<math>\pm 0,33</math>)</b>	
13.06.	Versuch (n=8)	0,17 ( $\pm 0,07$ )	n.s.
	<b>Kontrolle (n=8)</b>	<b>0,58 (<math>\pm 0,22</math>)</b>	
09.07.	Versuch (n=8)	0,49 ( $\pm 0,17$ )	n.s.
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>0,66 (<math>\pm 0,31</math>)</b>	
22.07.	Versuch (n=8)	0,86 ( $\pm 0,28$ )	n.s.
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>1,09 (<math>\pm 0,28</math>)</b>	
13.08.1998	Versuch (n=8)	1,51 ( $\pm 0,40$ )	P<0,05
	<b>Kontrolle (n=9)</b>	<b>4,01 (<math>\pm 1,25</math>)</b>	



**Abb. 22:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Entwicklung des Varroa-Befalls der Bienen** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern.  
1. Versuchsjahr 1998, Stand 1, Brutentnahme am 20.05.1998 - s. Pfeil auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

### Versuchsjahr 1 (Stand 2)

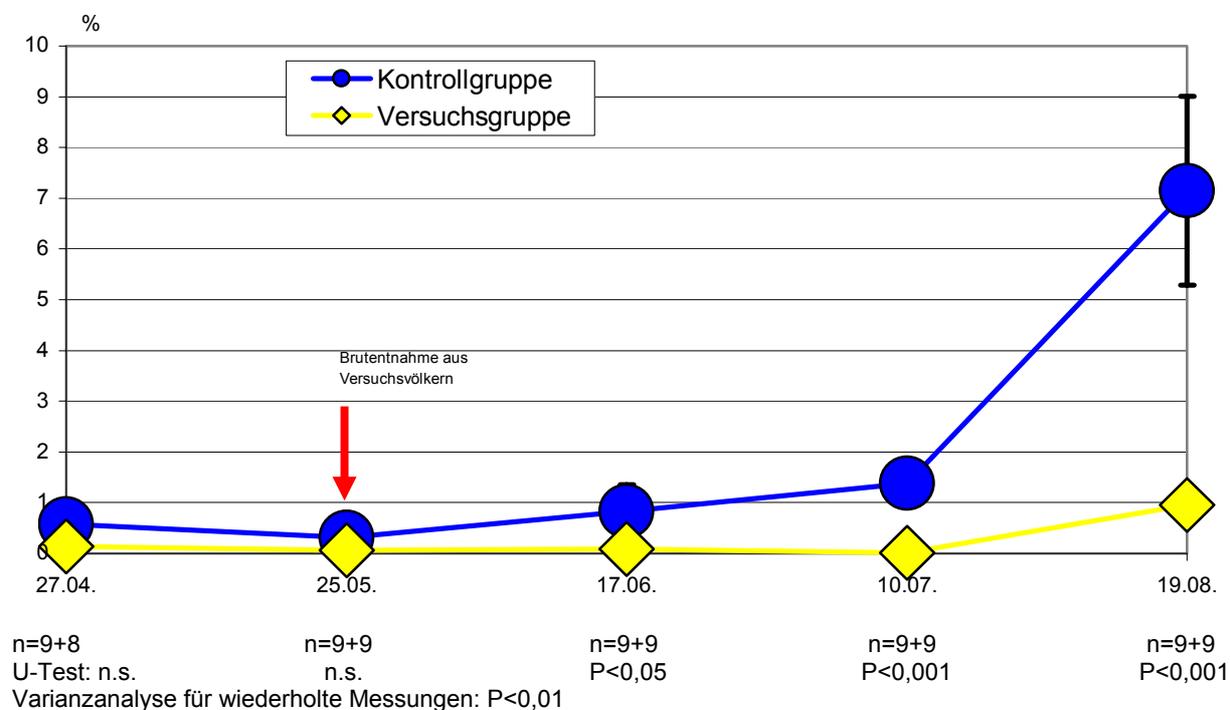
Trotz zufälliger Gruppenzuordnung der Bienenvölker lag der mittlere *Varroa*-Befall der aus den künftigen Kontrollvölkern entnommenen Bienenproben bereits zum Zeitpunkt der ersten Probennahme am 27.04.1998 bei 0,58 % ( $\pm 0,24$ ;  $n=9$ ), während er bei den späteren Versuchsvölkern nur 0,14 % ( $\pm 0,06$ ;  $n=9$ ) erreichte (U-Test n.s.) (Tab. 8 und Abb. 23). Und obwohl bis zur Schröpfung der Versuchsgruppe am 25.05.1998 nur bei den künftigen Kontrollvölkern durchschnittlich 383 verdeckelte Drohnenzellen ( $\pm 271$ ) ausgeschnitten werden konnten, ging bis zu diesem Termin der Befallsgrad der Bienen in beiden Gruppen leicht zurück, in der Versuchsgruppe (0,06 %  $\pm 0,03$ ) noch etwas stärker als in der Kontrollgruppe (0,32 %  $\pm 0,12$ ; U-Test n.s.). Die Ursache könnte, wie oben beschrieben, darin zu finden sein, dass die Milben im Frühjahr von der fast ausschließlichen Parasitierung der Arbeiterinnen während des Winters in die nunmehr verfügbare Brut wechselten. Nach der nun erfolgten Schröpfung der Versuchsvölker blieb der *Varroa*-Befall der Bienenproben der Versuchsvölker im Gegensatz zum Stand 1 erwartungsgemäß deutlich hinter den Kontrollvölkern zurück. Bereits aber der Probennahme am 17.06.1998 unterschied sich der Befallsgrad der Bienenproben zwischen den Versuchs- und Kontrollvölkern signifikant (0,09 %  $\pm 0,04$  bzw. 0,83 %  $\pm 0,53$ ; U-Test  $P < 0,05$ ). Am 10.07.1998 betrug der Befallsgrad der Bienenproben der Versuchsvölker 0,01 % ( $\pm 0,01$ ), bei den Kontrollvölkern dagegen bereits 1,38  $\pm 0,32$ ; U-Test  $P < 0,001$ ). Bei der letzten Probennahme am 19.08.1998 erreichten die Bienenproben der Versuchsvölker einen mittleren Befallsgrad von 0,96 % ( $\pm 0,18$ ). Das entspricht 13 % des Wertes der Kontrollvölker, deren Bienenproben mit einem beachtlichen *Varroa*-Befall von 7,15 % ( $\pm 1,86$ ; U-Test  $P < 0,001$ ) aufwarten konnten (Tab. 8, Abb. 23).

Der Befallsgrad der Bienen der Versuchsvölker am Stand 2 stieg somit vom 27.04. bis zum 19.08.1998 nur um das 6,8fache, während er bei den Kontrollvölkern um das 12,3fache und somit fast doppelt so stark anstieg. Im Gegensatz zu Stand 1 erwies sich diese unterschiedliche Befallsentwicklung anhand der Varianzanalyse für wiederholte Messungen mit  $P < 0,01$  als signifikant. Auffallend geringer als am Stand 1 ist an diesem Stand die Differenz der ausgeschnittenen Drohnenbrut beider Gruppen. Während bei den Versuchsvölkern beginnend am 25.05.1998 bis einschließlich 19.08.1998 nur 1.303 verdeckelte Drohnenzellen ( $\pm 372$ ) ausgeschnitten werden konnten, waren es bei den Kontrollvölkern mit durchschnittlich 2.658 ( $\pm 860$ ) Zellen im Gegensatz zu Stand 1 nicht das Dreifache, sondern „nur“ das Doppelte.

Das Ergebnis der Bienenproben blieb von der Anzahl Bienen/Probe unbeeinflusst. Die Proben der einzelnen Völker enthielten im Mittel 742 Bienen (510 ... 967). Ein gruppenbedingter Effekt war nicht nachweisbar.

**Tab. 8: Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 25.05.1998: Befallsgrad der Bienenproben der Kontroll- und Versuchsvölker 1998 (Stand 2)**

Stand 2 / 1998 (Mittelwerte und Standardfehler)				
Datum	Gruppe	n	Befallsgrad in %	U-Test
27.04.1998	Versuch	(n=9)	0,14 (±0,06)	n.s.
	Kontrolle	(n=9)	<b>0,58 (±0,24)</b>	
25.05.	Versuch	(n=9)	0,06 (±0,03)	n.s.
	Kontrolle	(n=9)	<b>0,32 (±0,12)</b>	
17.06.	Versuch	(n=9)	0,09 (±0,04)	P<0,05
	Kontrolle	(n=9)	<b>0,83 (±0,53)</b>	
10.07.	Versuch	(n=9)	0,01 (±0,01)	P<0,001
	Kontrolle	(n=9)	<b>1,38 (±0,32)</b>	
19.08.1998	Versuch	(n=9)	0,96 (±0,18)	P<0,001
	Kontrolle	(n=9)	<b>7,15 (±1,86)</b>	



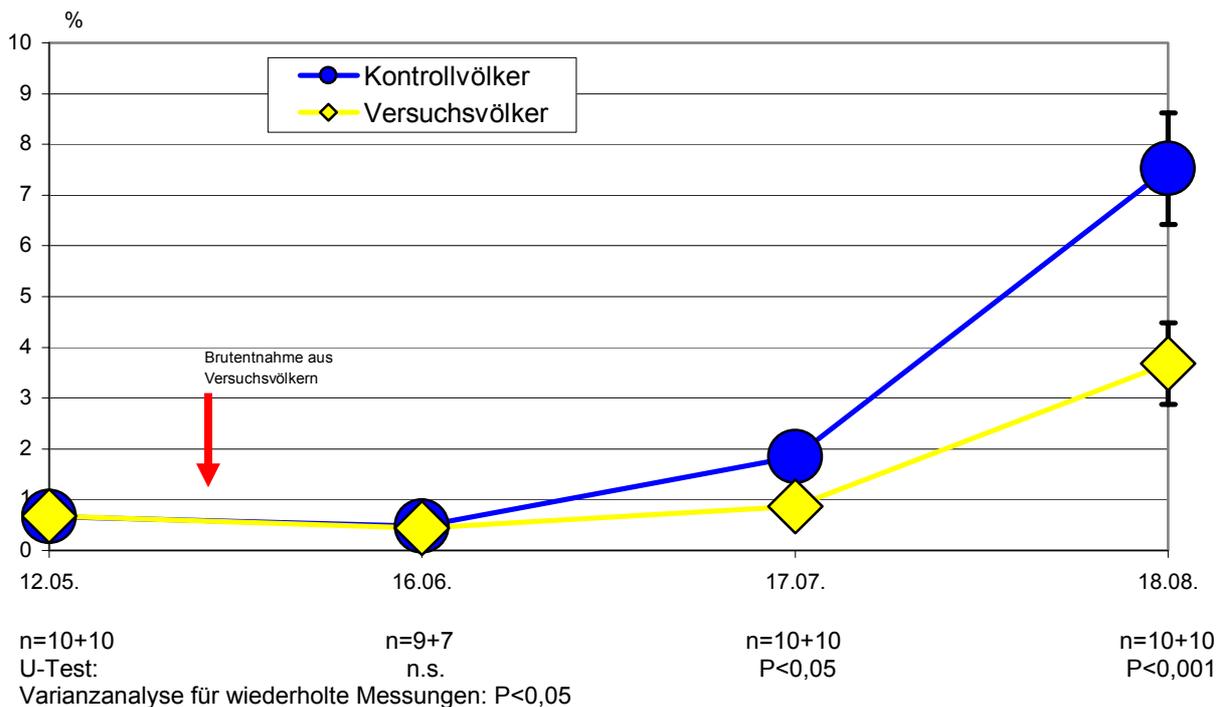
**Abb. 23:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Entwicklung des Varroa-Befalls der Bienen** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern.

1. Versuchsjahr 1998, Stand 2, Brutentnahme am 25.05.1998 - s. Pfeil auf der X-Achse (Mittelwerte ± Standardfehler).

## Versuchsjahr 2

Aufgrund der randomisierten Verteilung der Völker auf die Gruppen, die auf der ersten Probennahme vom 12.05.1999 basiert, stimmte der mittlere Befallsgrad der Bienenproben der Versuchsvölker (0,68 % ±0,26) und der Kontrollvölker (0,66 % ±0,26) zu Versuchsbeginn bei

n=10 Völkern pro Gruppe völlig überein (Abb. 24). Nach erfolgter Schröpfung der Versuchsvölker blieb der mittlere Befallsgrad der Bienenproben dieser Gruppe deutlich hinter jenem der Kontrollgruppe zurück. Während er am 16.06.1999 mit 0,44 % ( $\pm 0,17$ ; n=7) noch 92 % des Wertes der Kontrollvölker (0,48 %  $\pm 0,15$ ; n=9; U-Test n.s.) erreichte, waren es am 17.07.1999 nur noch 47 % (0,87 %  $\pm 0,28$ ; n=10 bzw. 1,86 %  $\pm 0,43$ ; n=10; U-Test  $P < 0,05$ ). Allerdings konnten am 16.06. von 4 Völkern keine Proben untersucht werden, da selbige verbraucht waren und eine erneute Probennahme aus terminlichen Gründen nicht durchgeführt werden konnte. Am 18.08.1999 erreicht der Befallsgrad der Bienenproben der Versuchsvölker mit 3,68 % ( $\pm 0,80$ ; n=10) nur 49 % des Mittelwertes der Kontrollvölker (7,52 %  $\pm 1,10$ ; n=10; U-Test  $P < 0,01$ ). Der Befallsgrad der Bienen der Versuchsvölker stieg somit vom 12.05. bis zum 18.08.1999 nur um das 5,4fache, während er bei den Kontrollvölkern um das 11,4fache und damit mehr als doppelt so stark anstieg. Diese unterschiedliche Befallsentwicklung ist im Ergebnis der Varianzanalyse für wiederholte Messungen mit  $P < 0,05$  signifikant abgesichert (Abb. 24).



**Abb. 24:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Entwicklung des Varroa-Befalls der Bienen** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 2. Versuchsjahr 1999, Brutentnahme am 27.05.1999 - s. Pfeil auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Die Proben der einzelnen Völker enthielten im Mittel 698 Bienen (448 ... 1.135). Die Anzahl Bienen/Probe war keinem Gruppeneinfluss unterworfen.

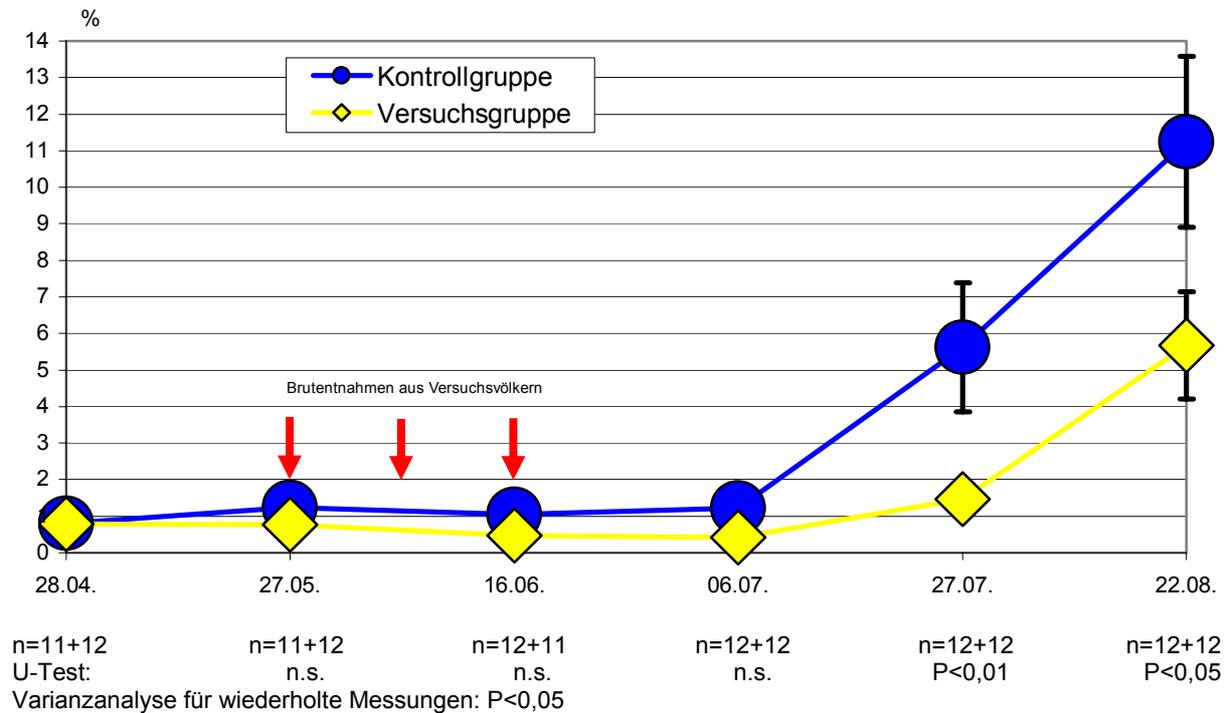
Bei den Ablegern (n=8) betrug der *Varroa*-Befallsgrad der Bienen am 12.08.1999 infolge der vorangegangenen Ameisensäurebehandlung 1,27 % ( $\pm 0,57$ ). Die hierfür gezogenen Bienenproben umfassten jeweils 714 Bienen ( $\pm 54$ ).

### 3.2.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut

Die Gruppenzuordnung der Völker erfolgte aufgrund des am 28.04.2000 und damit unmittelbar zu Trachtbeginn ermittelten Befallsgrades. Zu diesem Zeitpunkt stimmten der mittlere Befallsgrad der Bienenproben der Versuchs- (0,79 %  $\pm 0,20$ ; n=12) und Kontrollvölker (0,80 %  $\pm 0,22$ ; n=11) völlig überein (Abb. 25). Jedoch konnte von einem der für die Kontrollgruppe vorgesehenen Völker aufgrund des späten Bruteinschlages keine verwertbare Bienenprobe genommen werden. Dies war erst bei der zweiten Probennahme am 27.05.2000 möglich. Zu diesem Zeitpunkt war jedoch ein anderes Volk aus der Kontrollgruppe weisellos, weshalb bei jenem auf die Bienenprobe verzichtet werden musste. Selbst wenn man diese beiden Völker völlig aus der Berechnung nimmt, ändert sich nichts daran, dass bereits bei der Probennahme am Tag der 1. Schröpfung der Versuchsvölker am 27.05.2000 eine tendenzielle Abweichung zwischen den beiden Gruppen auftrat. Am 16.06. ging das Probenglas eines Versuchsvolkes zu Bruch. Aufgrund der erfolgten Schröpfung und dem damit verbundenen Einfluss auf die Milbenpopulation konnte die Probennahme nicht wiederholt werden. Während die Versuchsvölker einen mittleren *Varroa*-Befall der Bienen von 0,76 % ( $\pm 0,16$ ; n=12) aufwiesen, waren es bei den Kontrollvölkern 1,24 % ( $\pm 0,49$ ; n=11; n.s.). Im Zuge der 3 Schröpfungen im Abstand von jeweils 10 Tagen driften die beiden Gruppen wenig auseinander. Anlässlich dieser Eingriffe wurde auch bei den Kontrollvölkern die verdeckelte Drohnenbrut ausgeschnitten. Hier war sie in etwas höherem Umfang vorhanden als bei den Versuchsvölkern (s. 2.2.3.). Die Versuchsgruppe wies am 16.06.2000 einen mittleren Befall der Bienenproben durch adulte *Varroa*-Weibchen von 0,48 % ( $\pm 0,15$ ; n=11) auf. Das sind 46 % des Befalls der Kontrollgruppe mit einem Befall von 1,04 % ( $\pm 0,38$ ; n=12; n.s.). Anschließend driften die Gruppen allmählich auseinander.

So fiel zum 06.07.2000 der *Varroa*-Befall der Bienenproben aus den Versuchsvölkern geringfügig auf 0,42 % ( $\pm 0,12$ ; n=12), während er bei den Kontrollvölkern auf 1,22 % ( $\pm 0,60$ ; n=12; n.s.) leicht anstieg. Der Befallsgrad der Versuchsvölker sank somit gegenüber den Kontrollvölkern auf 34 %. Deutlicher differierten die Gruppen am 27.07.2000: Die Bienenproben der Versuchsvölker zeigten einen mittleren Befallsgrad von 1,47 % ( $\pm 0,38$ ; n=12), jene der Kontrollvölker bereits 5,62 % ( $\pm 1,77$ ; n=12; U-Test  $P < 0,01$ ), was einem Verhältnis des Befallsgrades Versuchsvölker : Kontrollvölker von 26 % entspricht. Und auch am 22.08.2000 unterscheiden sich die Gruppen wie zuvor signifikant: Die Versuchsvölker warten mit 5,67 % ( $\pm 1,47$ ; n=12) auf, die Kontrollvölker dagegen mit 11,24 % ( $\pm 2,34$ ; n=12;

U-Test  $P < 0,05$ ). Hier haben die Bienenproben der Versuchsvölker jedoch schon wieder 50 % des Befalls der Bienen der Kontrollvölker erreicht (Abb. 25).



**Abb. 25:** Auswirkung der dreimaligen partiellen Entnahme der verdeckelten Brut auf die Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2000, Brutentnahme zu je 1/3 am 27.05., 06.06., 16.06.2000 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Der Befallsgrad der Bienen der Versuchsvölker stieg somit vom 28.04. bis zum 22.08.2000 um das 7,2fache, während er bei den Kontrollvölkern um das 14,0fache und damit nahezu doppelt so stark anstieg. Diese unterschiedliche Befallsentwicklung ist im Ergebnis der Varianzanalyse für wiederholte Messungen mit  $P < 0,05$  signifikant abgesichert. Wenn man die leicht differierenden Zahlen zu Versuchsbeginn am 27.05.2000 zugrunde legt, unterscheidet sich die Entwicklung des Befallsgrades beider Gruppen zwar weniger deutlich aber dennoch signifikant ( $P < 0,05$ ): Während der Befallsgrad der Versuchsvölker von diesem Zeitpunkt aus bis zum 22.08.2000, dem Termin des Einrichtens des Wintersitzes der Völker, um das 7,5fache ansteigt, ist bei den Kontrollvölkern das 9,1 fache zu verzeichnen.

Die Proben der einzelnen Völker enthielten im Mittel 610 Bienen (413 ... 1003). Die Anzahl Bienen/Probe war keinem Gruppeneinfluss unterworfen.

Bei den Sammelbrutablegern (n=15) betrug der *Varroa*-Befallsgrad der Bienen am 21.08.2000 infolge der Behandlungen mit Ameisensäure 0,11 % ( $\pm 0,06$ ). Die hierfür gezogenen Bienenproben umfassten jeweils 618 Bienen ( $\pm 12$ ).

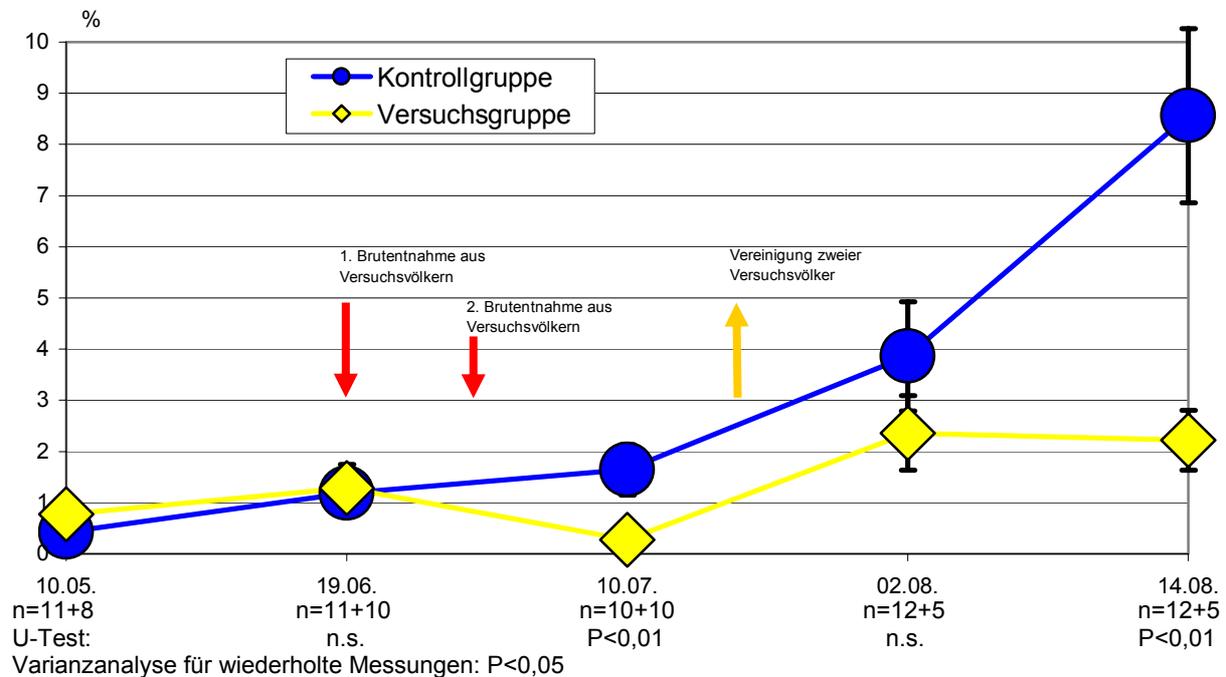
### **3.2.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker**

Aufgrund des vorzeitigen Ausfalls von Völkern und das Einstellen von Ersatzvölkern, von denen anfangs keine Daten zum Befallsgrad vorlagen, konnte zum ersten Probenahmetermin keine vollständige Übereinstimmung zwischen den Mittelwerten der im Versuch verbliebenen Versuchs- und Kontrollvölker erzielt werden. Somit wiesen die am 10.05.2001 vertretenen Versuchsvölker einen mittleren Befallsgrad der Bienenproben von 0,77 % ( $\pm 0,27$ ; n=8) auf, während dieser bei den Kontrollvölkern nur 0,42 % ( $\pm 0,12$ ; n=11; U-Test n.s.) erreichte (Abb. 26). Beim zweiten und dritten Probenahmetermin musste bei 1 bzw. 2 Kontrollvölkern auf die Probennahme verzichtet werden, da sie die Bruttätigkeit aufgrund des Schwarmtriebs weitgehend eingestellt hatten. Zum Zeitpunkt der 1. Schröpfung am 19.06.2001 stimmte der mittlere Befallsgrad der Bienenproben der Versuchs- (1,29 %  $\pm 0,46$ ; n=10) und Kontrollvölker (1,18 %  $\pm 0,31$ ; n=11; U-Test n.s.) nahezu überein. Danach blieb er im Zuge der Schröpfung der Versuchsvölker deutlich hinter jenem der Kontrollvölker zurück, wenn es auch zwischenzeitlich bei den Versuchsvölkern einen über den Erwartungen liegenden Anstieg gab. Dieser stand jedoch in engem zeitlichem Zusammenhang mit der Vereinigung von jeweils zwei Muttervölkern und dürfte somit auf eine zeitweilige Unausgeglichenheit im Bienen-Brut-Verhältnis bzw. in der Umstrukturierung im Bienenstock zurückzuführen sein.

So erreichte der Befallsgrad der Bienenproben bei den Versuchsvölkern am 10.07.2001 mit 0,27 % ( $\pm 0,10$ ; n=10) nur 16 % des Wertes der Kontrollvölker (1,64  $\pm 0,49$ ; n=10; U-Test  $P < 0,01$ ). Am 02.08.2001 waren es zwar 61 % (2,36  $\pm 0,73$ , n=5 bzw. 3,86  $\pm 1,07$ , n=12; U-Test n.s.). Am 14.08.2001 betrug der Befallsgrad der Bienenproben aus den Versuchsvölkern mit 2,22 % ( $\pm 0,59$ ) jedoch nur noch 26 % im Vergleich zu den Kontrollvölkern (8,56 %  $\pm 1,70$ ; U-Test  $P < 0,01$ ). Der Befallsgrad der Bienen der Versuchsvölker stieg somit vom 19.06. bis zum 14.08.2001 um das 1,7fache, während er bei den Kontrollvölkern um das 7,2fache und damit mehr als viermal so stark anstieg. Diese unterschiedliche Befallsentwicklung ist im Ergebnis der Varianzanalyse für wiederholte Messungen mit  $P < 0,05$  signifikant abgesichert (Abb. 26).

Die Proben der einzelnen Völker enthielten im Mittel 643 Bienen (492 ... 886). Die Anzahl Bienen/Probe war keinem Gruppeneinfluss unterworfen.

Bei den Ablegern bzw. Sammelbrutablegern ( $n=12$ ) betrug der *Varroa*-Befall der Bienen am 30.08.2001 infolge vorangegangener Ameisensäurebehandlung 0,26 % ( $\pm 0,08$ ). Die hierfür gezogenen Bienenproben umfassten jeweils 772 Bienen ( $\pm 26$ ).



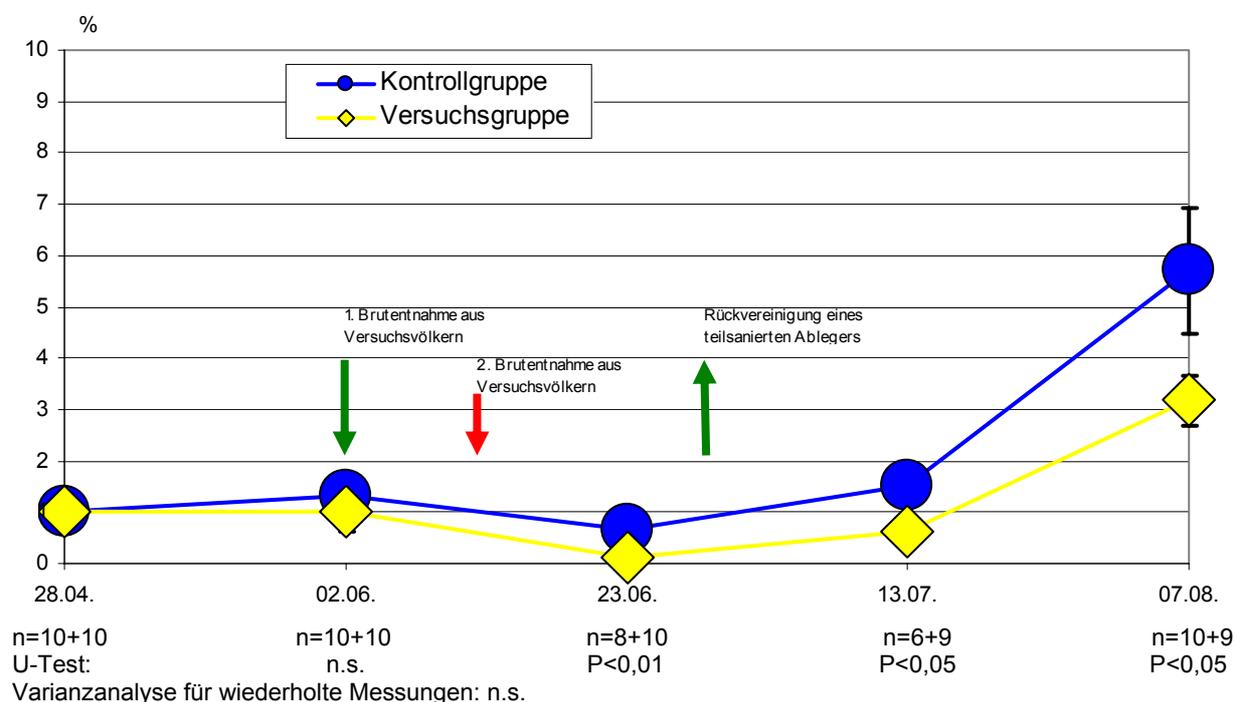
**Abb. 26:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker auf die Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 19.06.+29.06.2001, Vereinigung am 19.07.2001 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

### 3.2.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers

Obwohl die Gruppen randomisiert waren (Bienenproben am 28.04.2000 bei den Versuchsvölkern 1,01 %  $\pm 0,26$ ,  $n=10$ , bei den Kontrollvölkern 1,02  $\pm 0,14$ ,  $n=10$ ), hatten die Versuchsvölker zum Zeitpunkt der ersten Schröpfung am 02.06.2000 nur einen mittlerer Befallsgrad der Bienenproben in Höhe von 1,00 %  $\pm 0,39$  ( $n=10$ ). Das sind 75 % im Vergleich zu jenem der Kontrollvölker (1,32 %  $\pm 0,37$ ,  $n=10$ ; t-Test n.s.) (Abb. 27). Das Ausschneiden verdeckelter Drohnenbrut kann hierfür nicht ursächlich sein, da dies in beiden Gruppen in völlig übereinstimmendem Umfang erfolgte (s. 2.2.4.).

In Folge der Schröpfung drifteten beide Gruppen deutlich auseinander, obwohl wegen zeitweiligem Fehlen verdeckelter Brut nicht immer bei allen Völkern Bienenproben genommen werden konnten. Am 23.06.2000, also drei Wochen nach der Schröpfung der

Versuchsvölker, bei der sowohl in den Versuchs- als auch in den Kontrollvölkern letztmalig verdeckelte Drohenenbrut ausgeschnitten wurde, wiesen die Bienenproben ersterer mit einem mittleren Befallsgrad von  $0,10\% \pm 0,07$  ( $n=10$ ) 15 % des Wertes der Kontrollvölker auf ( $0,67\% \pm 0,26$ ;  $n=8$ ; U-Test  $P < 0,01$ ). Am 13.07.2000 waren es bei den Versuchsvölkern mit  $0,63\% \pm 0,16$  ( $n=9$ ) Befallsgrad 42 % im Vergleich zu den Kontrollvölkern ( $1,50\% \pm 0,30$ ,  $n=6$ ; U-Test  $P < 0,05$ ). Bei der letzten Kontrolle am 07.08.2000 betrug der mittlere Befall der Bienenproben bei den Versuchsvölker mit  $3,18\% \pm 0,49$  ( $n=9$ ) 55 % im Vergleich zu jenem der Kontrollvölker, bei denen  $5,71 \pm 1,22$  ( $n=10$ ) ermittelt worden sind (U-Test  $P < 0,05$ ) (Abb. 27).



**Abb. 27:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers auf die Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2000, Brutentnahme am 02.06.+12.06.2000, Rückvereinigung am 30.06.2000 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Der Befallsgrad der Bienen der Versuchsvölker mit adulten *Varroa destructor*-Weibchen stieg somit vom 28.04. bis zum 07.08.2000 um den Faktor 3,1, während er bei den Kontrollvölkern um das 5,6fache anstieg. Die Verlaufskurven der Befallsentwicklung sind jedoch zu ähnlich, um sie bei der gegebenen Gruppengröße mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen als statistisch signifikant unterschiedliche Verläufe abzusichern.

Die Proben der einzelnen Völker enthielten im Mittel 572 Bienen (404 ... 792). Die Anzahl Bienen/Probe war keinem Gruppeneinfluss unterworfen.

Bei den Sammelbrutablegern (n=4) betrug der *Varroa*-Befall der Bienen am 25.08.2000 infolge der Ameisensäurebehandlung 0,04 % ( $\pm 0,04$ ). Die hierfür gezogenen Bienenproben umfassten jeweils 675 Bienen ( $\pm 37$ ).

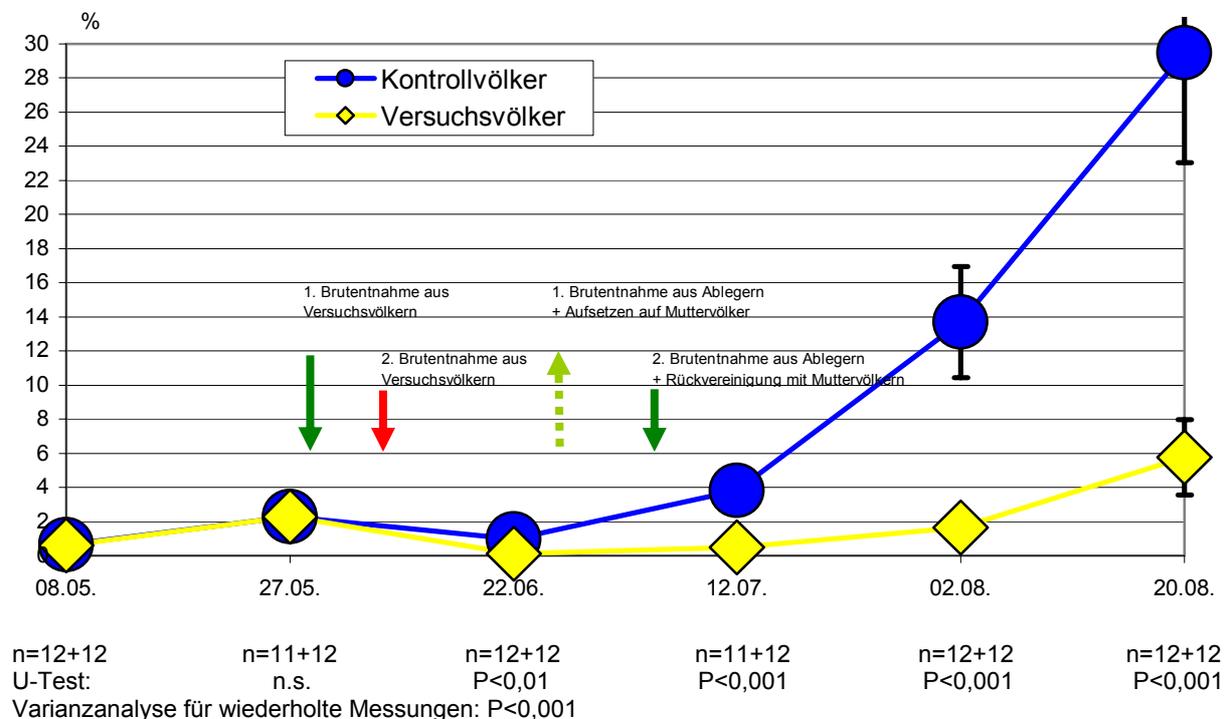
### **3.2.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers**

#### Versuchsjahr 1

Entsprechend der ausgleichenden Gruppenzuordnung der Völker stimmte der mittlere Befallsgrad der Bienenproben der Versuchs- (2,27 %  $\pm 0,58$ ) und Kontrollvölker (2,28 %  $\pm 0,47$ ) am 27.05.2001, also unmittelbar vor der 1. Schröpfung, bei n=11 bzw. n=12 Völkern pro Gruppe völlig überein (Abb. 28). Dies entsprach im wesentlichen der vorangegangenen ersten Probennahme am 08.05.2001 (0,60 %  $\pm 0,15$  bzw. 0,65 %  $\pm 0,32$ ; n=12+12). Danach blieb im Zuge der Schröpfung der mittlere Befallsgrad der Bienenproben der Versuchsvölker deutlich hinter dem der Kontrollvölker zurück. Am 22.06.2001 erreichte er mit 0,13 % ( $\pm 0,08$ ; n=12) nur 14 % des Wertes der Kontrollvölker (0,97 %  $\pm 0,33$ ; n=12; U-Test  $P < 0,01$ ). Am 12.07.2001 waren es 12 % (0,47 %  $\pm 0,13$ ; n=12 bzw. 3,82 %  $\pm 1,02$ ; n=11; U-Test  $P < 0,001$ ). Am 02.08.2001 waren es ebenfalls 12 % (1,65 %  $\pm 0,51$  bzw. 13,70 %  $\pm 3,25$ ; U-Test  $P < 0,001$ ). Und am 20.08.2001 betrug der Befallsgrad der Bienenproben aus den Versuchsvölkern mit 5,77 % ( $\pm 2,20$ ) 20 % im Vergleich zu den Kontrollvölkern (29,48 %  $\pm 6,42$ ; U-Test  $P < 0,001$ ). Der Befallsgrad der Bienen der Versuchsvölker stieg vom 08.05. bis zum 20.08.2001 um das 9,6fache, während er bei den Kontrollvölkern um das 45,4fache und damit nahezu fünfmal so stark anstieg. Diese unterschiedliche Befallsentwicklung ist im Ergebnis der Varianzanalyse für wiederholte Messungen mit  $P < 0,001$  signifikant abgesichert, wenn auch einschränkend darauf hingewiesen werden muss, dass beim zweiten und vierten Probenahmetermin bei jeweils 1 Kontrollvolk auf die Probennahme verzichtet wurde, da selbige die Bruttätigkeit aufgrund des Schwarmtriebs vorübergehend weitgehend eingestellt hatten (Abb. 28).

Die Proben der einzelnen Völker enthielten im Mittel 644 Bienen (431 ... 809). Die Anzahl Bienen/Probe war keinem Gruppeneinfluss unterworfen.

Bei den Sammelbrutablegern (n=6) betrug der *Varroa*-Befallsgrad der Bienen am 31.08.2001 infolge Ameisensäurebehandlung 0,69 % ( $\pm 0,16$ ). Die hierfür gezogenen Bienenproben umfassten jeweils 682 Bienen ( $\pm 16$ ).



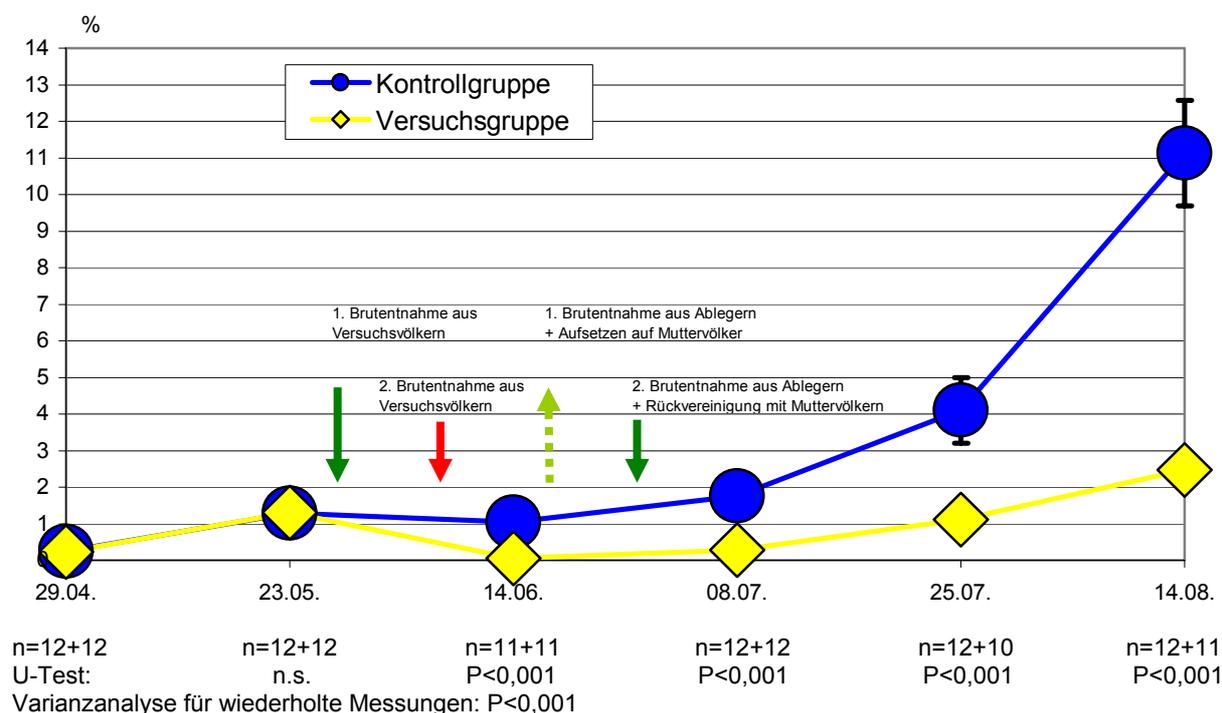
**Abb. 28:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereingung eines sanierten Ablegers auf die Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern.  
1. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 29.05.+07.06.2001, Rückvereingung in 2 Schritten ab 28.06.2001 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

## Versuchsjahr 2

Der mittlere Befallsgrad der Bienenproben der Versuchs- (1,30 %  $\pm 0,28$ ) und Kontrollvölker (1,28 %  $\pm 0,40$ ) stimmte entsprechend der ausgleichenden Gruppenzuordnung der Völker am 23.05.2002, also wenige Tage vor der 1. Schröpfung, bei n=12 Völkern pro Gruppe völlig überein (Abb. 29). Dies entsprach der vorangegangenen ersten Probennahme am 29.04.2002 (0,23 %  $\pm 0,08$  bzw. 0,25 %  $\pm 0,07$ ). Der Befallsgrad beider Probennahmen lag somit bereits zu Versuchsbeginn deutlich unter dem Niveau des Vorjahres.

Nach der Schröpfung blieb der mittlere Befallsgrad der Bienenproben der Versuchsvölker deutlich hinter dem der Kontrollvölker zurück. Am 14.06.2002 erreichte er mit 0,06 % ( $\pm 0,03$ ; n=11) ganze 6 % des Wertes der Kontrollvölker (1,04 %  $\pm 0,27$ ; n=11; U-Test P<0,001). Am 08.07.2002 waren es 16 % (0,28 %  $\pm 0,09$ ; n=12 bzw. 1,75 %  $\pm 0,38$ ; n=12; U-Test P<0,001). Am 25.7.2002 waren es 27 % (1,11 %  $\pm 0,24$ ; n=10 bzw. 4,10 %  $\pm 0,90$ ; n=12;

U-Test  $P < 0,001$ ). Und bei der letzten Probennahme am 14.08.2002 betrug der Befallsgrad der Bienenproben aus den Versuchsvölkern mit 2,47 % ( $\pm 0,29$ ;  $n=11$ ) 22 % im Vergleich zu den Kontrollvölkern (11,13 %  $\pm 1,44$ ;  $n=12$ ; U-Test  $P < 0,001$ ). Der Befallsgrad der Bienen der Versuchsvölker stieg vom 29.04. bis zum 14.08.2002 um das 9,9fache, während er bei den Kontrollvölkern um das 48,4fache und damit nahezu fünfmal so stark anstieg. Diese unterschiedliche Befallsentwicklung ist im Ergebnis der Varianzanalyse für wiederholte Messungen mit  $P < 0,001$  signifikant abgesichert. Sie entspricht der Befallsentwicklung des Vorjahres, wenn auch 2002 der Endbefall gegenüber 2001 infolge des deutlich geringeren Anfangsbefalls entsprechend geringer ausfällt (Abb. 28-29).



**Abb. 29:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers auf die Entwicklung des *Varroa*-Befalls der Bienen der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 2. Versuchsjahr 2002, Brutentnahme am 28.05.+07.06.2002, Rückvereinigung in 2 Schritten ab 18.06.2002 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Einschränkend sei bezüglich der Varianzanalyse für wiederholte Messungen darauf hingewiesen, dass bei der Probennahme am 14.06. bei je 1 Kontroll- und 1 Versuchsvolk auf die Probennahme verzichtet werden musste, da selbige die Bruttätigkeit aufgrund des Schwarmtriebs vorübergehend weitgehend eingestellt hatten. Im Juli/August weiselte eines der mittels Ableger umgeweiselten Versuchsvölker still um, zwei weitere mit ihrer alten Königin. Auch hier wurde die Bruttätigkeit zeitweilig eingestellt, so dass eine sinnvolle Probennahme nicht möglich war.

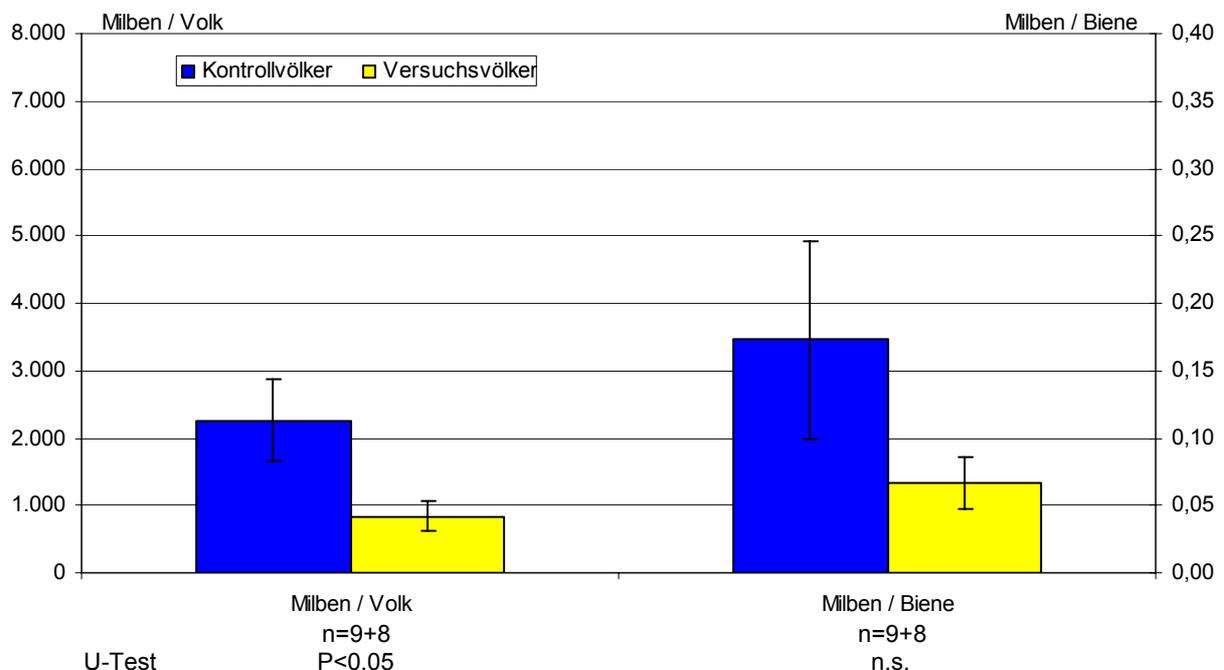
Die Proben der einzelnen Völker enthielten im Mittel 713 Bienen (501 ... 1055). Der Umfang der Bienenproben war nicht gruppenabhängig.

### 3.3. *Varroa*-Milbenfall nach Ameisensäurebehandlung

#### 3.3.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut

##### Versuchsjahr 1 (Stand 1)

Der Milbenfall aufgrund der ab 26.08.1998 durchgeführten Behandlung mit Ameisensäure bestätigt den anhand des Befallsgrades der Bienenproben ermittelten Unterschied zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe. Bei den Versuchsvölkern fielen mit durchschnittlich 840 adulten *Varroa*-Weibchen ( $\pm 230$ ;  $n=8$ ) signifikant weniger Milben als bei den Kontrollvölkern mit 2.261 ( $\pm 607$ ;  $n=9$ ; U-Test  $P<0,05$ ) (Abb. 30). Somit fielen bei den Versuchsvölkern 37 % der bei den Kontrollvölkern gefallenen Milben. Um Einflüsse der Volksstärke (s. 3.1.1.) auf den Milbenfall zu minimieren, wurde der Milbenfall/Biene berechnet. Bei den Versuchsvölkern fielen durchschnittlich 0,0667 adulte *Varroa*-Weibchen je Biene ( $\pm 0,0198$ ;  $n=8$ ), bei den Kontrollvölkern 0,1728 ( $\pm 0,0728$ ;  $n=9$ ; n.s.). In diesem Fall kämen die Versuchsvölker auf 39 % des Wertes der Kontrolle. Die Bienenproben hatten 38 % vorhergesagt (s. 3.2.1.).

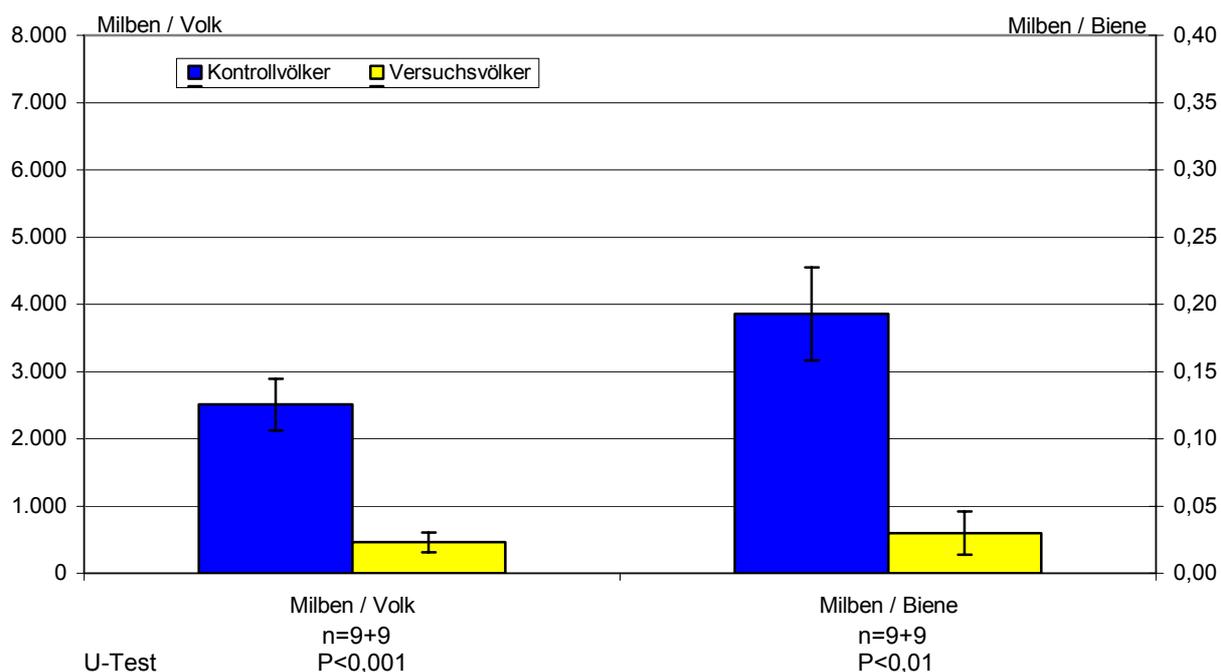


**Abb. 30:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Milbenfall** der Versuchsvölker **nach Behandlung mit Ameisensäure** im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern.  
1. Versuchsjahr 1998, Stand 1, Brutentnahme am 20.05.1998 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Mit der Ameisensäure-Behandlung ist ein sehr hoher Behandlungserfolg erzielt worden. Nachkontrollen des natürlichen Milbenfalls im Zeitraum 09.-18.11.1998 ergaben bei den Versuchsvölkern einen täglichen Milbenfall von 0,13 Milben/Volk ( $\pm 0,05$ ;  $n=8$ ) und bei den Kontrollvölkern 0,05 Milben/Volk ( $\pm 0,02$ ;  $n=9$ ).

### Versuchsjahr 1 (Stand 2)

Mit dem Milbenfall aufgrund der ab 26.08.1998 durchgeführten Behandlung mit Ameisensäure wird der anhand des Befallsgrades der Bienenproben ermittelten Unterschied zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe bestätigt (Abb. 31). Bei den Versuchsvölkern fielen mit durchschnittlich 463 adulten *Varroa*-Weibchen ( $\pm 146$ ;  $n=9$ ) signifikant weniger Milben als bei den Kontrollvölkern mit 2.509 ( $\pm 384$ ;  $n=9$ ; U-Test  $P < 0,001$ ). Somit fielen bei den Versuchsvölkern ganze 18 % der bei den Kontrollvölkern gefallenen Milben.



**Abb. 31:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Milbenfall** der Versuchsvölker **nach Behandlung mit Ameisensäure** im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern.  
1. Versuchsjahr 1998, Stand 2, Brutentnahme am 25.05.1998 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

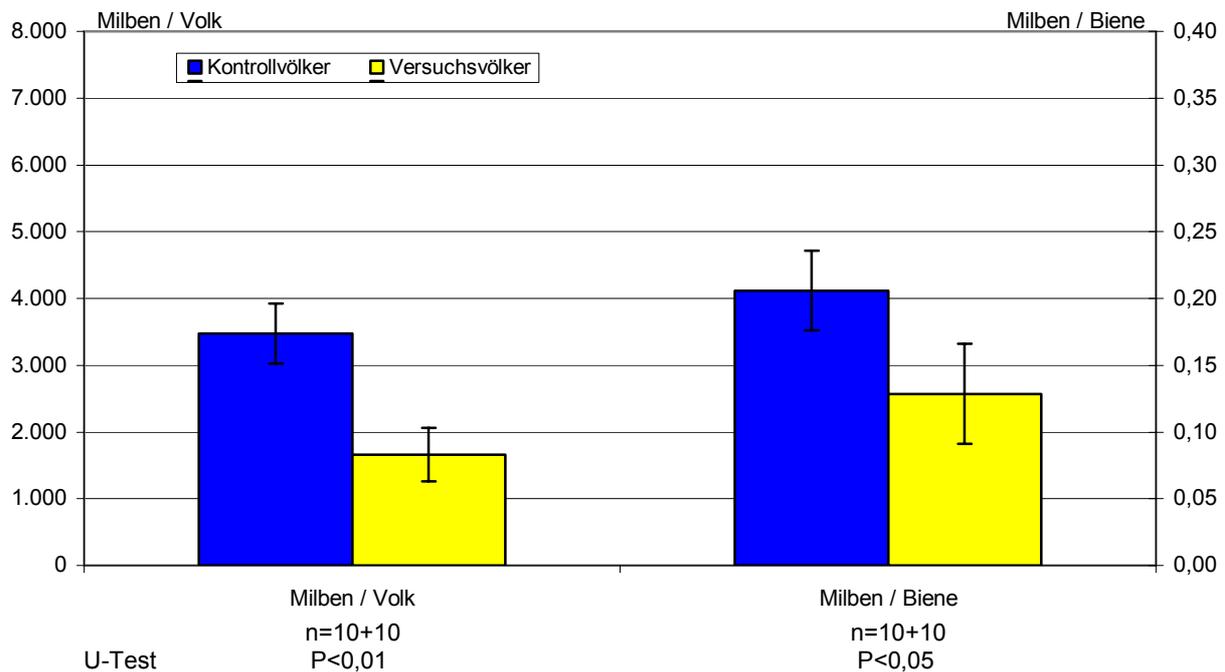
Weil die Kontrollvölker bei der vorangegangenen Populationsschätzung bereits schwächer waren als die Versuchsvölker (s. 3.1.1.), wurde der Milbenfall/Biene berechnet. Bei den Versuchsvölkern fielen durchschnittlich 0,0297 adulte *Varroa*-Weibchen je Biene ( $\pm 0,0161$ ;  $n=5$ ), bei den Kontrollvölkern 0,1929 ( $\pm 0,0345$ ;  $n=7$ ; U-Test  $P < 0,01$ ). In diesem Fall kämen

die Versuchsvölker auf 15 % des Milbenfalls der Kontrollgruppe. Die Bienenproben hatten mit 13 % einen fast identischen Wert vorhergesagt (s. 3.2.1.). Zu berücksichtigen ist hierbei, dass in den Milbenfall/Biene nur jene Völker eingehen, für die auch Populationsschätzdaten vorliegen.

Wie bei den Völkern von Stand 1 ist auch hier mit der Ameisensäure-Behandlung ein sehr hoher Behandlungserfolg erzielt worden. Nachkontrollen des natürlichen Milbenfalls im Zeitraum 09.-18.11.1998 ergaben bei den Versuchsvölkern einen täglichen Milbenfall von 0,16 Milben/Volk ( $\pm 0,06$ ;  $n=9$ ) und bei den Kontrollvölkern 0,64 Milben/Volk ( $\pm 0,55$ ;  $n=9$ ).

### Versuchsjahr 2

Der Milbenfall aufgrund der ab 20.08.1999 durchgeführten Behandlung mit Ameisensäure bestätigt den anhand des Befallsgrades der Bienenproben ermittelten Unterschied zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe.



**Abb. 32:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Milbenfall** der Versuchsvölker **nach Behandlung mit Ameisensäure** im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern.  
2. Versuchsjahr 1999, Brutentnahme am 27.05.1999 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Bei den Versuchsvölkern fielen mit durchschnittlich 1.665 adulten *Varroa*-Weibchen ( $\pm 400$ ;  $n=10$ ) signifikant weniger Milben als bei den Kontrollvölkern mit 3.476 ( $\pm 448$ ;  $n=12$ ; U-Test

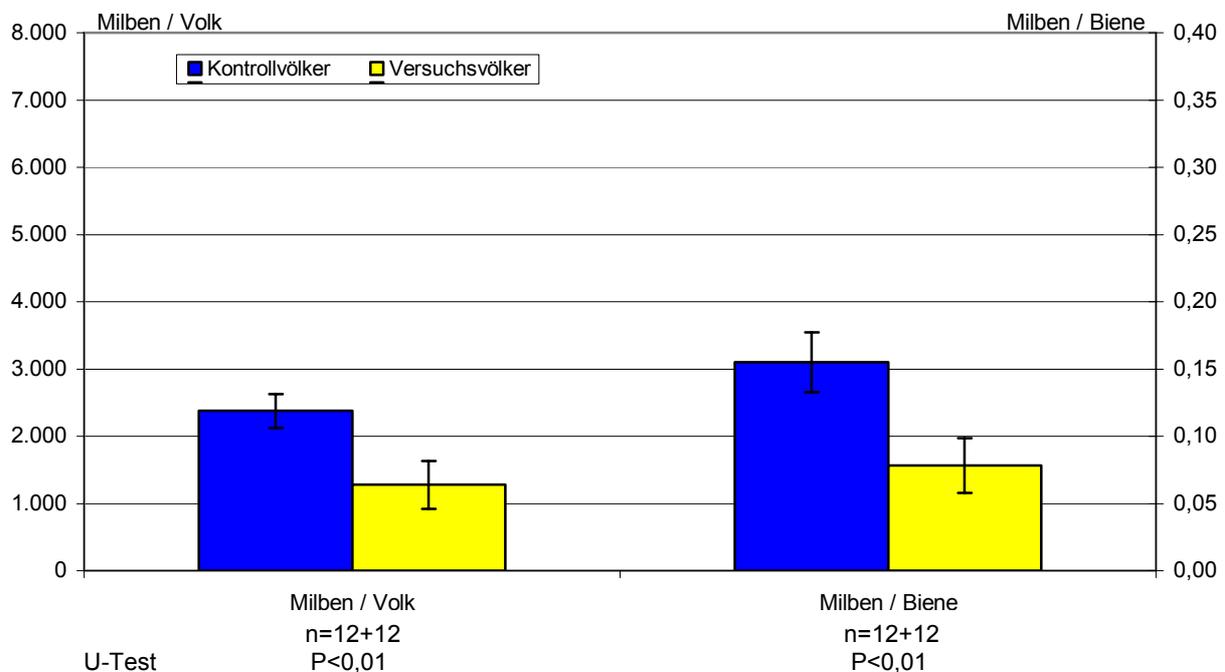
$P < 0,01$ ) (Abb. 32). Somit fielen bei den Versuchsvölkern 48 % der bei den Kontrollvölkern gefallenen Milben.

Um Einflüsse der Volksstärke (s. 3.1.1.) auf den Milbenfall zu minimieren, wurde der Milbenfall/Biene berechnet. Bei den Versuchsvölkern fielen durchschnittlich 0,1285 adulte *Varroa*-Weibchen je Biene ( $\pm 0,0374$ ;  $n=10$ ), bei den Kontrollvölkern 0,2059 ( $\pm 0,0299$ ;  $n=10$ ; U-Test  $P < 0,05$ ). In diesem Fall kämen die Versuchsvölker auf 62 % des Wertes der Kontrolle. Die Bienenproben hatten 49 % vorhergesagt (s. 3.2.1.).

Mit den Ameisensäure-Behandlungen ist ein sehr hoher Behandlungserfolg erzielt worden. Nachkontrollen des natürlichen Milbenfalls im Zeitraum 09.-30.11.1999 ergaben bei den Versuchsvölkern einen täglichen Milbenfall von 0,18 Milben/Volk ( $\pm 0,10$ ;  $n=10$ ) und bei den Kontrollvölkern 0,13 Milben/Volk ( $\pm 0,07$ ;  $n=10$ ).

### 3.3.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut

Der Milbenfall aufgrund der ab 26.08.2000 durchgeführten Behandlung mit Ameisensäure bestätigt den anhand des Befallsgrades der Bienenproben ermittelten Unterschied zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe.



**Abb. 33:** Auswirkung der dreimaligen partiellen Entnahme der verdeckelten Brut auf den Milbenfall der Versuchsvölker nach Behandlung mit Ameisensäure im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2000, Brutentnahme zu je 1/3 am 27.05., 06.06., 16.06.2000 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Bei den Versuchsvölkern fielen mit durchschnittlich 1.276 adulten *Varroa*-Weibchen ( $\pm 353$ ;  $n=12$ ) signifikant weniger Milben als bei den Kontrollvölkern mit 2.376 ( $\pm 249$ ;  $n=12$ ; U-Test  $P<0,01$ ) (Abb. 33). Somit fielen bei den Versuchsvölkern 54 % der bei den Kontrollvölkern gefallenen Milben.

Um Einflüsse der Volksstärke (s. 3.1.2.) auf den Milbenfall zu minimieren, wurde der Milbenfall/Biene berechnet. Bei den Versuchsvölkern fielen durchschnittlich 0,0783 adulte *Varroa*-Weibchen je Biene ( $\pm 0,0205$ ;  $n=12$ ), bei den Kontrollvölkern 0,1549 ( $\pm 0,0224$ ;  $n=12$ ; U-Test  $P<0,01$ ). In diesem Fall kämen die Versuchsvölker auf 51 % des Wertes der Kontrolle. Die Bienenproben hatten 50 % vorhergesagt (s. 3.2.2.).

Mit den Ameisensäure-Behandlungen ist ein hoher Behandlungserfolg erzielt worden. Nachkontrollen des natürlichen Milbenfalls im Zeitraum 13.-27.11.2000 ergaben bei den Versuchsvölkern einen täglichen Milbenfall von 1,10 Milben/Volk ( $\pm 0,39$ ;  $n=12$ ) und bei den Kontrollvölkern 1,59 Milben/Volk ( $\pm 0,78$ ;  $n=12$ ). Der Behandlungserfolg mit Ameisensäure stimmt in beide Gruppen weitgehend überein, wenn er auch nicht völlig befriedigt.

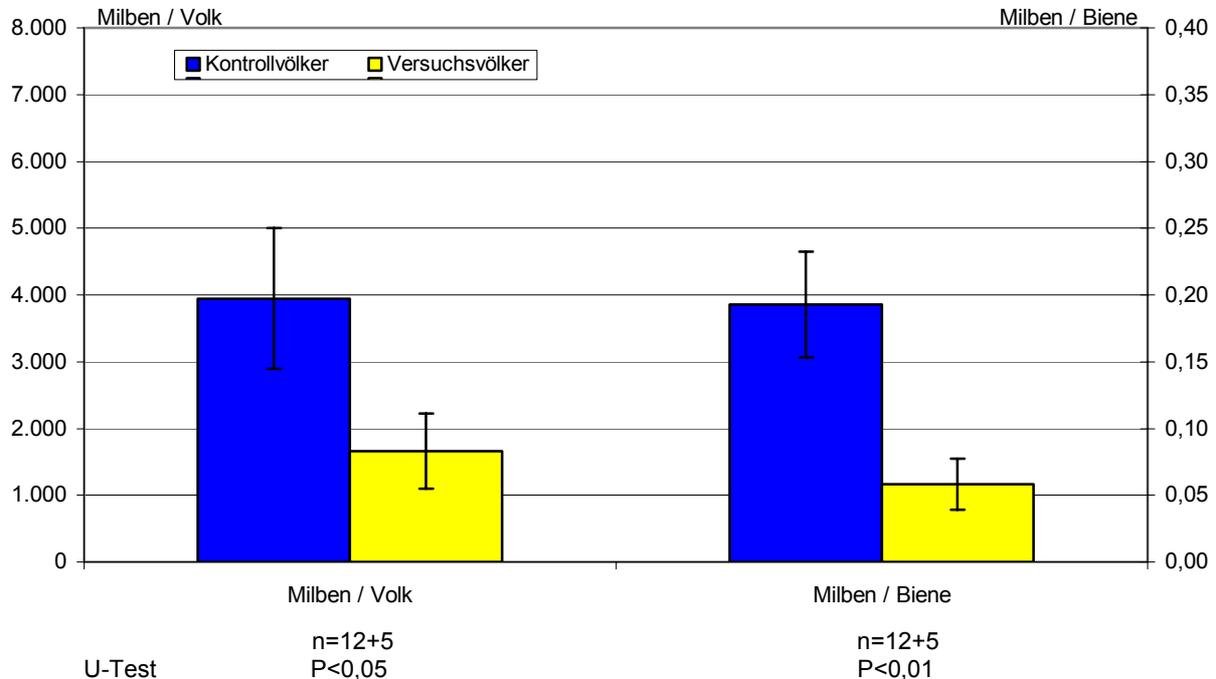
### **3.3.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker**

Der Milbenfall nach Behandlung mit Ameisensäure ab 28.08.2001 zeigte nicht so starke Unterschiede zwischen den Gruppen wie die vorangegangene Untersuchung der Bienenproben. Bei den Versuchsvölkern fielen durchschnittlich 1.658 *Varroa*-Milben ( $\pm 565$ ;  $n=5$ ), bei den Kontrollvölkern 3.946 ( $\pm 1.055$ ;  $n=12$ ; U-Test  $P<0,05$ ) (Abb. 34). Bei den Versuchsvölkern fielen somit zwar 42 % der bei den Kontrollvölkern gefallenen Milben. Dieses Ergebnis zeigt jedoch keine annähernde Übereinstimmung mit dem der Bienenproben (26 %, s. 3.2.3.). Dies dürfte auf den Unterschied der Volksstärke beider Gruppen zum Zeitpunkt der Behandlung zurückzuführen sein. Die Versuchsvölker waren zu diesem Zeitpunkt stärker als die Kontrollvölker (s. 3.1.3.). Deshalb ist der Milbenfall/Biene interessant. Bei den Versuchsvölkern fielen durchschnittlich 0,0581 adulte *Varroa*-Weibchen je Biene ( $\pm 0,0190$ ;  $n=5$ ), bei den Kontrollvölkern 0,1928 ( $\pm 0,0398$ ;  $n=12$ ; U-Test  $P<0,01$ ). In diesem Fall kämen die Versuchsvölker auf 30 % des Milbenfalls der Kontrollgruppe.

Vermutlich ist auch dieses Niveau noch zu hoch:

- a) Die Populationsdaten der Bienenvölker wurden vom 06.-08.08.2001 erhoben. Die Ameisensäurebehandlung erfolgte dagegen als Langzeitbehandlung vom 28.08.-12.09.2001 sowie als Kurzzeitbehandlung am 04.10., während der Milbenfall bis ca. 07.10.2001

anhielt. In diesem Zeitraum ging die Volksstärke der Kontrollvölker vermutlich stärker zurück als die der Versuchsvölker, was insbesondere an der Auswinterungsstärke erkennbar ist. Eine nochmalige Populationserschätzung im Versuchsjahr konnte jedoch nicht erfolgen.



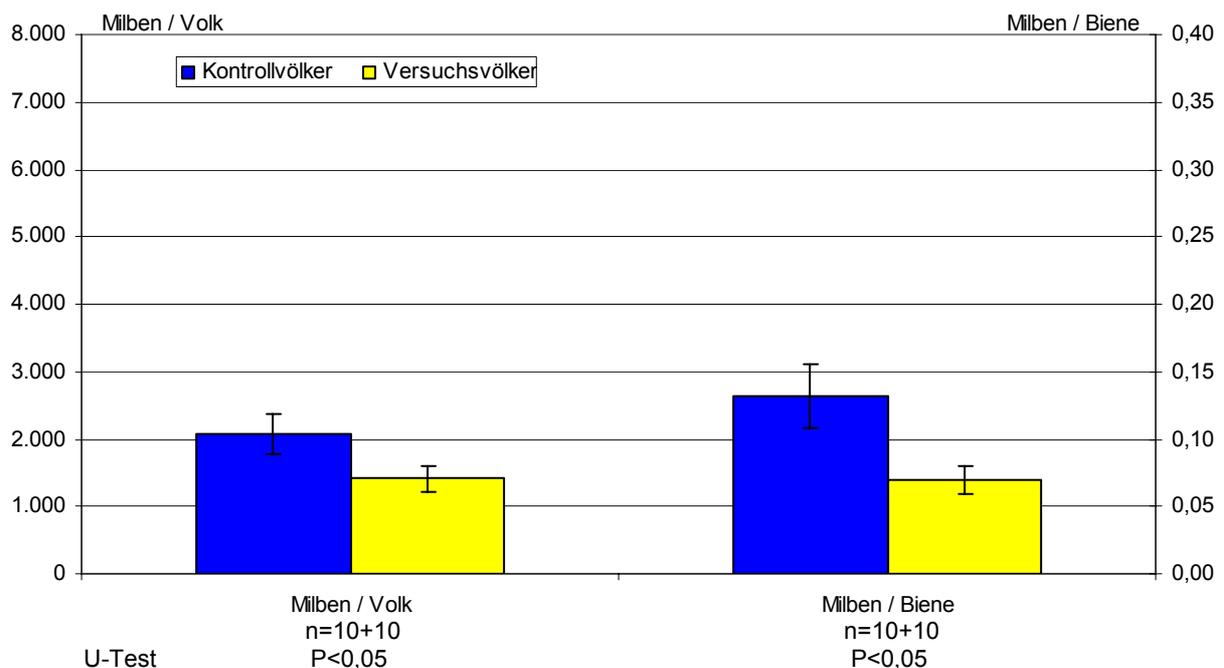
**Abb. 34:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker auf den Milbenfall der Versuchsvölker nach Behandlung mit Ameisensäure im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 19.06. + 29.06.2001, Vereinigung am 19.07.2001 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

- b) Milbeneintrag von außerhalb in die Versuchsvölker ist dagegen wenig wahrscheinlich, da die Völker vom 03.08.-12.09.2002, also während der letzten Populationserschätzung und der anschließenden Ameisensäure-Behandlung vorsichtshalber ca. 10 km Luftlinie entfernt von den Kontrollvölkern und ca. 1 km separat von anderen Bienenständen aufgestellt worden waren. Bereits in der vorangegangenen Sonnenblumentracht standen die Gruppen in einem großflächig einheitlichen, schwach strukturierten Gebiet an markanten Standorten ca. 600 m Luftlinie auseinander.
- c) Zu vermuten ist weiterhin, dass entsprechend den Untersuchungen von (KRALJ und FUCHS 2003, 2004, 2006, RUHS et al. 2006) aus den stärker vermilbten Kontrollvölkern auch ein stärkerer absoluter Milbenauswurf zu verzeichnen war und daher nicht erfasst werden konnte.
- d) Der Behandlungserfolg mit Ameisensäure war in den Kontrollvölkern deutlich geringer als in den Versuchsvölkern. Nachkontrollen des natürlichen Milbenfalls im Zeitraum 05.11.-

06.12.2001 ergab bei den Versuchsvölkern (n=5) einen täglichen Milbenfall von 0,11 Milben/Volk ( $\pm 0,07$ ), bei den Kontrollvölkern (n=12) dagegen 1,42 Milben/Volk ( $\pm 0,77$ ).

### 3.3.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers

Noch weniger als im Befallsgrad der Bienenproben unterschieden sich die Versuchs- und Kontrollgruppe im Milbenfall nach der am 07.08.2000 begonnenen Behandlung mit Ameisensäure. Während bei den Versuchsvölkern im Mittel 1.410 ( $\pm 200$ , n=10) Milben fielen, waren es bei den Kontrollvölkern 2.087 ( $\pm 296$ , n=10; U-Test  $P < 0,05$ ), was einem Milbenfall bei den Versuchsvölkern von 67 % gegenüber den Kontrollvölkern entspricht (Abb. 35). Dieses Ergebnis entspricht nur annähernd jenem der Bienenproben (55 %, s. 3.2.4.).



**Abb. 35:** Auswirkung der **zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers** auf den **Milbenfall** der Versuchsvölker **nach Behandlung mit Ameisensäure** im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern.  
Versuchsjahr 2000, Brutentnahme am 02.06. + 12.06.2000, Rückvereinigung am 30.06.2000 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Um Einflüsse der Volksstärke (s. 3.1.4.) auf den Milbenfall zu minimieren, wurde der Milbenfall/Biene berechnet. Bei den Versuchsvölkern fielen durchschnittlich 0,0693 adulte *Varroa*-Weibchen je Biene ( $\pm 0,0102$ ; n=9), bei den Kontrollvölkern 0,1319 ( $\pm 0,0234$ ; n=9; U-Test  $P < 0,05$ ). In diesem Fall kämen die Versuchsvölker auf 53 % des Wertes der Kontrolle. Das ist exakt das selbe Verhältnis, das beim Befallsgrad der Bienenproben ermittelt wurde.

Da die Behandlung unmittelbar nach Populationsschätzung und Entnahme der Bienenproben begann, der Endbefall im Vergleich zu anderen Jahren relativ gering war und keines der Völker im Behandlungszeitraum zusammenbrach, kann dieses Ergebnis als real angenommen werden.

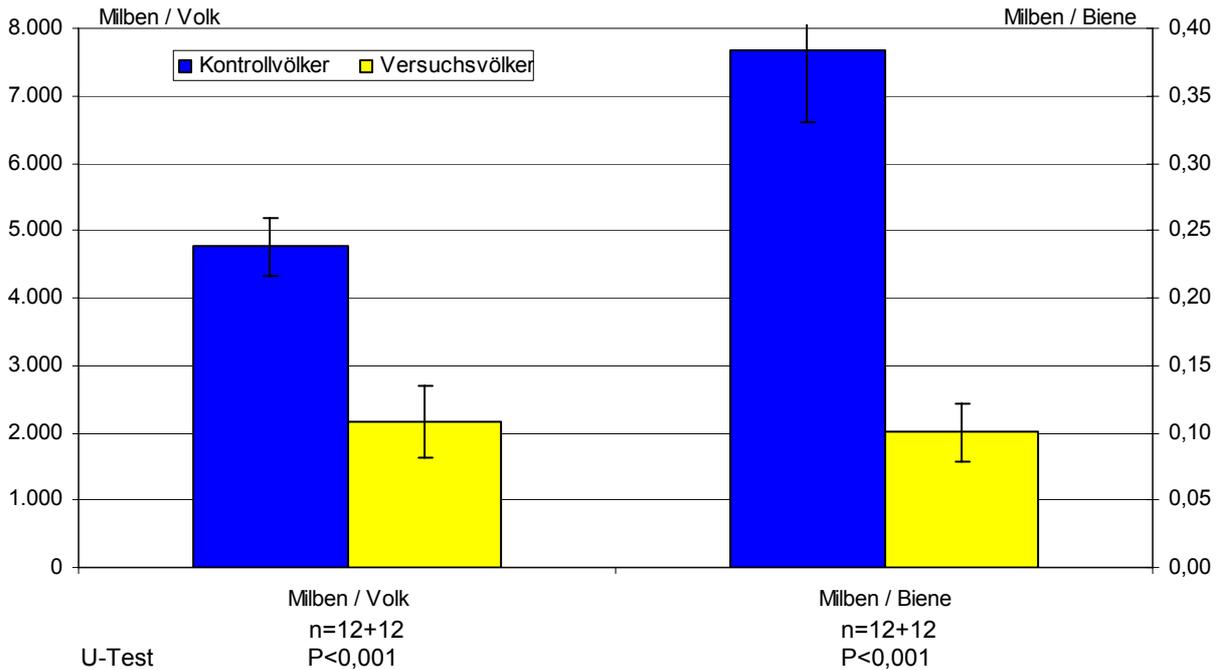
Jedoch war der Behandlungserfolg insgesamt nicht voll befriedigend. Nachkontrollen des natürlichen Milbenfalls im Zeitraum 13.11.-27.11.2000 ergaben bei den Versuchsvölkern (n=10) einen relativ hohen täglichen Milbenfall von 1,44 Milben/Volk ( $\pm 0,93$ ) und bei den Kontrollvölkern (n=10) 1,98 Milben/Volk ( $\pm 0,85$ ). Eine auf diesem Ergebnis basierende Nachbehandlung erfolgte nicht. Stattdessen wurde die Behandlungsstrategie für den Einsatz von Ameisensäure in nachfolgenden Versuchen modifiziert.

### **3.3.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers**

#### Versuchsjahr 1

Nicht so gravierend wie es der Befallsgrad der Bienenproben erwarten lässt, ist der Unterschied im Milbenfall aufgrund der ab 28.08.2001 durchgeführten Behandlung mit Ameisensäure. Bei den Versuchsvölkern fielen mit durchschnittlich 2.164 *Varroa*-Milben ( $\pm 534$ ; n=12) signifikant weniger Milben als bei den Kontrollvölkern mit 4.760 ( $\pm 1.436$ ; n=12; U-Test  $P < 0,001$ ) (Abb. 36). Somit fielen bei den Versuchsvölkern 46 % der bei den Kontrollvölkern gefallenen Milben. Dieses Ergebnis deckt sich jedoch keinesfalls mit dem der Bienenproben (20 %, s. 3.2.5.), was auf den Unterschied der Volksstärke beider Gruppen zum Zeitpunkt der Behandlung zurückzuführen ist. Die Versuchsvölker waren zu diesem Zeitpunkt deutlich stärker als die Kontrollvölker (s. 3.1.5.).

Der Milbenfall nach Behandlung bringt aber nur dann eine sinnvolle Aussage, wenn die betrachteten Völker in etwa gleich stark sind. Es konnte jedoch beobachtet werden, dass das Volk 222 der Kontrollgruppe bereits während der Entnahme der Bienenprobe am 20.08.2001, also zwischen Populationsschätzung und Beginn der Ameisensäurebehandlung, weitgehend zusammengebrochen war. Weitere drei Völker folgten während der Ameisensäurebehandlung. Mit den dabei abgehenden Bienen ging vermutlich auch ein großer Teil der *Varroa*-Milben verloren.



**Abb. 36:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereingung eines sanierten Ablegers auf den Milbenfall der Versuchsvölker nach Behandlung mit Ameisensäure im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 1. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 29.05. + 07.06.2001, Rückvereingung in 2 Schritten ab 28.06.2001 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Es ist daher zweckmäßig, den Milbenfall/Biene als einheitliche Bezugsgröße zu berechnen: Bei den Versuchsvölkern fielen durchschnittlich 0,1001 adulte *Varroa*-Weibchen je Biene ( $\pm 0,0220$ ; n=12), bei den Kontrollvölkern 0,3842 ( $\pm 0,0538$ ; n=12; U-Test P<0,001). In diesem Fall kämen die Versuchsvölker auf 26 % des Milbenfalls der Kontrollgruppe. Selbst dieses Niveau dürfte aus zwei Gründen noch zu hoch sein:

- Die Populationsdaten der Bienenvölker wurden vom 13.08.-17.08.2001 erhoben. Die Ameisensäurebehandlung erfolgte dagegen als Langzeitbehandlung vom 28.08.-12.09.2001 sowie als Kurzzeitbehandlung am 04.10., während der Milbenfall bis zu zum 07.10.2001 anhielt. In diesem Zeitraum ging die Volksstärke der Kontrollvölker augenscheinlich stärker zurück als die der Versuchsvölker, was unter anderem daran erkennbar ist, dass bis Ende Oktober ein Drittel der Kontrollvölker völlig zusammenbrach. Eine nochmalige Populationsschätzung konnte jedoch im selben Jahr nicht erfolgen.
- Bei sehr starkem Befall der Bienenvölker, wie es bei den Kontrollvölkern ab August der Fall war, verringert sich die Reproduktionsrate der *Varroa*-Milben, so dass deren Population im Spätsommer weniger stark ansteigt als bei den Versuchsvölkern. Dies deutet sich bereits durch den geringeren Anstieg des Befallsgrades der Bienen der Kontrollvölker im Verhältnis zu den Versuchsvölkern zwischen den beiden Probennahmen im August an.

c) Möglich ist auch ein Milbeneintrag aus einem in ca. 100 m Entfernung von den Versuchsvölkern gelegenen Kleinst-Bienenstand. Eine Milbeninvasion aus den Kontrollvölkern in die Versuchsvölker ist dagegen weniger wahrscheinlich, da beide Gruppen vorsichtshalber vom 10.08. bis 12.09.2001 ca. 6 km getrennt voneinander aufgestellt worden waren. Bereits in der vorangegangenen Sonnenblumentracht standen die Gruppen in einem großflächig einheitlichen, schwach strukturierten Gebiet an markanten Standorten ca. 700 m Luftlinie auseinander.

Mit den Ameisensäure-Behandlungen ist ein sehr hoher Behandlungserfolg erzielt worden. Nachkontrollen des natürlichen Milbenfalls im Zeitraum 15.11.-06.12.2001 ergab bei den Versuchsvölkern (n=12) einen täglichen Milbenfall von 0,35 Milben/Volk ( $\pm 0,12$ ) und bei den Kontrollvölkern (n=9) 0,12 Milben/Volk ( $\pm 0,04$ ). Aus dieser zunächst ebenfalls 12 Völker umfassenden Gruppe waren bereits drei eingegangen, die restlichen überwiegend sehr schwach. Der Behandlungserfolg mit Ameisensäure kann daher für beide Gruppen als gleich angesehen werden.

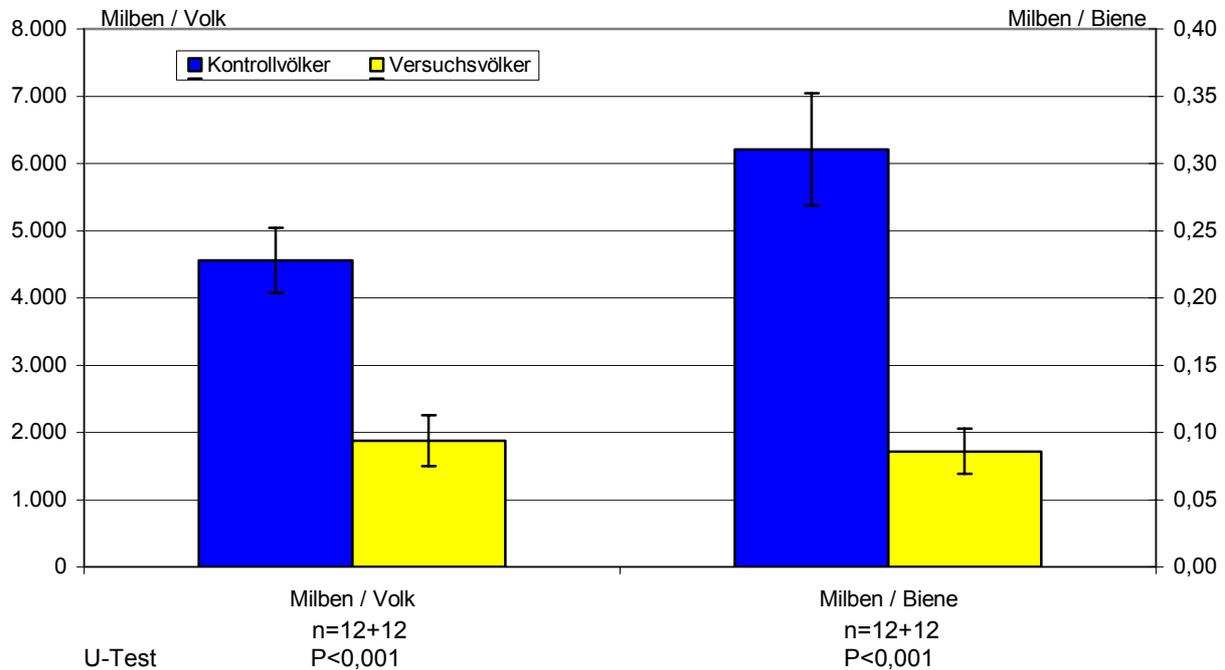
## Versuchsjahr 2

Ebenso wie im Vorjahr fiel der Unterschied im Milbenfall aufgrund der ab 17.08.2002 durchgeführten Behandlung mit Ameisensäure nicht so gravierend aus wie es aufgrund des Befallsgrad der Bienenproben zu erwarten gewesen wäre. Bei den Versuchsvölkern fielen mit durchschnittlich 1.877 *Varroa*-Milben ( $\pm 375$ ; n=12) signifikant weniger Milben als bei den Kontrollvölkern mit 4.560 ( $\pm 480$ ; n=12; U-Test  $P < 0,001$ ) (Abb. 37). Das sind bei den Versuchsvölkern 41 % gegenüber den bei den Kontrollvölkern gefallenen Milben. Dieses Ergebnis deckt sich jedoch nicht mit dem der Bienenproben (22 %, s. 3.2.5.), was zumindest teilweise auf den Unterschied der Volksstärke beider Gruppen zum Zeitpunkt der Behandlung zurückzuführen ist. Die Versuchsvölker hatten zu diesem Zeitpunkt signifikant mehr Bienen als die Kontrollvölker (s. 3.1.5.). Um Einflüsse der Volksstärke auf den Milbenfall zu minimieren, wurde der Milbenfall/Biene berechnet. Bei den Versuchsvölkern fielen durchschnittlich 0,0859 adulte *Varroa*-Weibchen je Biene ( $\pm 0,0168$ ; n=12), bei den Kontrollvölkern 0,3104 ( $\pm 0,0418$ ; n=12; U-Test  $P < 0,001$ ). In diesem Fall kämen die Versuchsvölker auf 28 % des Wertes der Kontrolle.

Vermutlich ist auch dieses Niveau noch zu hoch:

a) Die Populationsdaten der Bienenvölker wurden vom 06.-09.08.2002 erhoben. Die Ameisensäurebehandlung erfolgte dagegen als Langzeitbehandlung vom 17.08.-03.09.2002 sowie als Kurzzeitbehandlung am 03.09., während der Milbenfall bis ca. 15.09.2002 anhielt. In diesem Zeitraum ging die Volksstärke der Kontrollvölker vermutlich stärker

zurück als die der Versuchsvölker, was insbesondere an der Auswinterungsstärke erkennbar ist. Eine nochmalige Populationserschätzung im Versuchsjahr konnte jedoch nicht erfolgen.



**Abb. 37:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers auf den Milbenfall der Versuchsvölker nach Behandlung mit Ameisensäure im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 2. Versuchsjahr 2002, Brutentnahme am 28.05. + 07.06.2002, Rückvereinigung in 2 Schritten ab 18.06.2002 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

b) Milbeneintrag von außerhalb in die Versuchsvölker ist dagegen wenig wahrscheinlich, da die Völker vom 05.08.-09.09.2002, also während der letzten Populationserschätzung und der anschließenden Ameisensäure-Behandlung vorsichtshalber ca. 6 km Luftlinie entfernt von den Kontrollvölkern und ca. 1 km separat von anderen Bienenständen aufgestellt worden waren. Bereits in der vorangegangenen Sonnenblumentracht standen die Gruppen in einem großflächig einheitlichen, schwach strukturierten Gebiet an markanten Standorten ca. 300 m Luftlinie auseinander.

c) Zu vermuten ist weiterhin, dass entsprechend den Untersuchungen von (KRALJ und FUCHS 2003, 2006) aus den stärker vermilbten Kontrollvölkern auch ein stärkerer Milbenaustrag zu verzeichnen war und daher nicht erfasst werden konnte.

Mit den Ameisensäure-Behandlungen ist erneut ein sehr hoher Behandlungserfolg erzielt worden. Nachkontrollen des natürlichen Milbenfalls im Zeitraum 19.11.-10.12.2002 ergab bei den Versuchsvölkern (n=12) einen täglichen Milbenfall von 0,16 Milben/Volk ( $\pm 0,04$ ) und

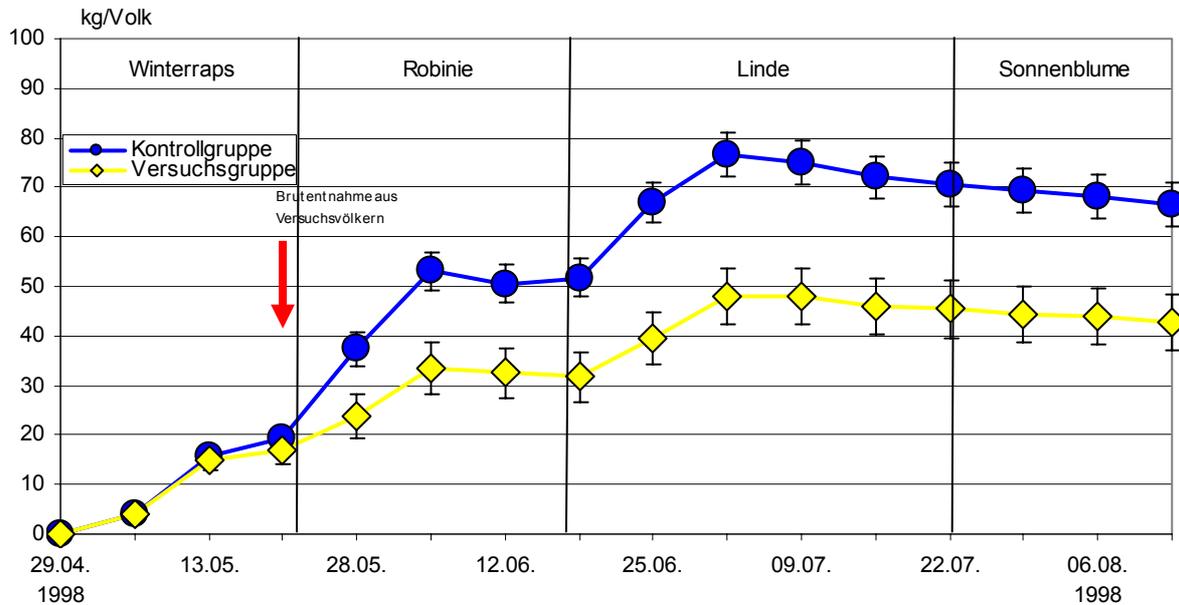
bei den Kontrollvölkern (n=12) 0,01 Milben/Volk ( $\pm 0,01$ ). Der Behandlungserfolg mit Ameisensäure kann daher für beide Gruppen als nahezu gleich angesehen werden.

### 3.4. Nettogewichtszunahme

#### 3.4.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut

Versuchsjahr 1998 (Stand 1)

Weil die Gruppenzuordnung der Völker gemäß Nettozunahme während der Rapstracht erfolgte, muss diese zwischen beiden Gruppen übereinstimmen. Mit der Populationsschätzung wurde die weitgehend übereinstimmende mittlere Volksstärke der Völker beider Gruppen als Grundlage ihres Leistungsvermögens bestätigt (s. 3.1.1).



Varianzanalyse für wiederholte Messungen (1998):  $P < 0,001$  (n=9+8); für 21.05.-09.07.1998:  $P < 0,001$

**Abb. 38:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Nettogewichtszunahme** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern.  
1. Versuchsjahr 1998, Stand 1, Brutentnahme am 20.05.1998 - s. Pfeil auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Nach der am 20.05.1998 erfolgten Schröpfung der Versuchsvölker driften in der Robinientracht die Leistungskurven beider Gruppen zugunsten der Kontrollvölker sofort deutlich auseinander. Auch in der ab 18.06.1998 folgenden Lindentracht setzt sich dieser Trend fort, wenn auch in etwas abgeschwächter Form. Die am 23.07.1998 angewanderte Sonnenblume brachte keinen Ertrag. Stattdessen verloren die Völker beider Gruppen an

Gewicht. Die deutlich unterschiedliche Entwicklung der Nettozunahme der Versuchs- und Kontrollvölker lässt sich mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen statistisch signifikant absichern ( $P < 0,001$ ). Dies trifft selbstredend auch zu, wenn nur der Zeitraum von der Schröpfung (20.05.1998) bis zum Trachtschluss (09.07.1998) berücksichtigt wird ( $P < 0,001$ ).

Schließlich blieb die Versuchsgruppe mit einer **Gesamtzunahme** von 42,7 kg ( $\pm 5,6$ ) um 36 % hinter jener der Kontrollgruppe mit 66,5 kg ( $\pm 4,4$ ; t-Test  $P < 0,01$ ) zurück (Abb. 38). Die allein im Zeitraum von der Schröpfung der Versuchsvölker bis zum Trachtende erzielten mittleren Zunahmen in der Versuchs- und Kontrollgruppe (31,0 kg  $\pm 3,1$  bzw. 55,5 kg  $\pm 3,5$ ) sind ebenfalls signifikant verschieden (t-Test  $P < 0,001$ ). Offenbar sind den Völkern mit der Brut zu viele Bienen entnommen worden.

Das mit den Versuchsvölkern erzielte Ertragsniveau liegt geringfügig unter dem Durchschnitt der Region, jenes der Kontrollvölker deutlich darüber. Zum Vergleich: Die 13 Trachtbeobachter des Landes Brandenburg erzielten vom 1. Mai bis 31. August des Jahres eine Zunahme von durchschnittlich 47,1 kg ( $\pm 3,2$ ) (SCHADWINKEL 1998).

#### Versuchsjahr 1998 (Stand 2)

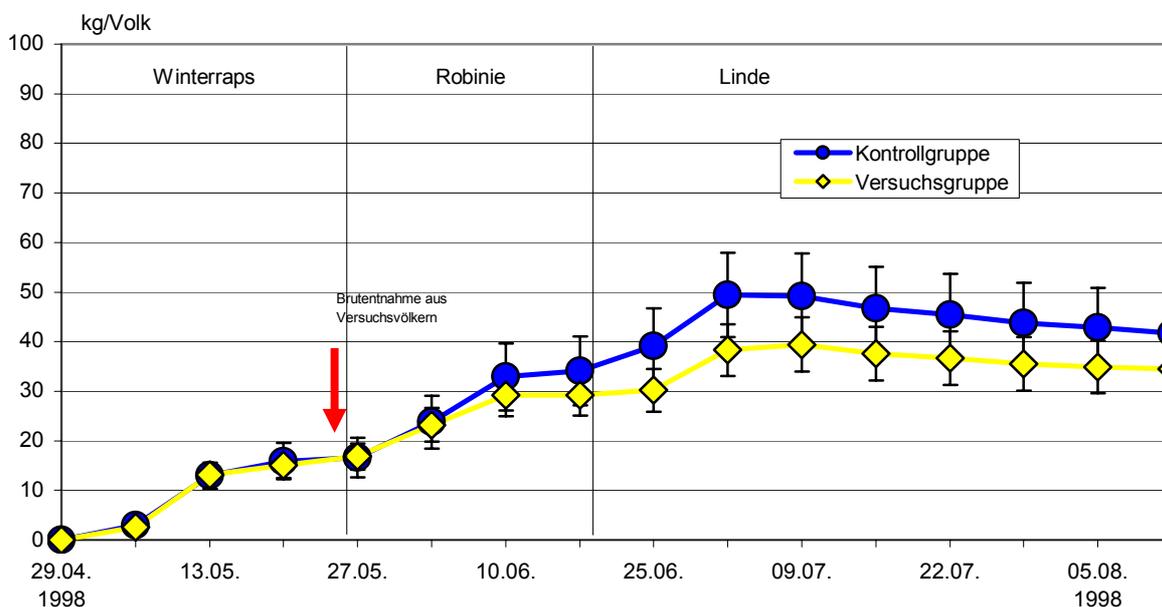
Ebenso wie am Stand 1 war die Gruppenzuordnung der Völker gemäß Nettozunahme während der Rapstracht erfolgt. Daher muss diese auch hier zwischen beiden Gruppen übereinstimmen. Mit der Populationsschätzung wurde die weitgehend übereinstimmende mittlere Volksstärke der Völker beider Gruppen als Grundlage ihres Leistungsvermögens bestätigt (s. 3.1.1).

Nach der am 25.05.1998 erfolgten Schröpfung verlaufen die Leistungskurven beider Gruppen in der anschließenden Blüentracht nahezu parallel. Erst in die sich ab 19.06.1998 anschließenden Lindentracht wird von den Versuchsvölkern deutlich schlechter genutzt als von den Kontrollvölkern. Während dieser Tracht wäre die entnommene Brut zu Flugbienen geworden, die aber nun die Ableger bevölkerten. Ebenso wie am Stand 1 lag nach der Lindentracht ein eventueller Nahrungseintrag unter dem Verbrauch.

Die Versuchsgruppe blieb mit einer **Gesamtzunahme** von 34,4 kg ( $\pm 5,3$ ) um 18 % unter jener der Kontrollgruppe mit 41,7 kg ( $\pm 7,8$ ; t-Test n.s.) (Abb. 39). Ebenso wenig wie die zum Saisonende erreichte Nettozunahme lässt sich auch deren Entwicklung zwischen beiden Gruppen statistisch signifikant differenzieren (Varianzanalyse für wiederholte Messungen n.s.). Betrachtet man jedoch allein den Zeitraum von der Schröpfung (25.05.1998) bis zum

Trachtschluss (09.07.1998) weichen die Entwicklungskurven beider Gruppen signifikant voneinander ab (Varianzanalyse für wiederholte Messungen  $P < 0,05$ ). Dennoch sind die allein in diesem Zeitraum erzielten Zunahmen der Versuchs- und der Kontrollvölker ( $22,6 \text{ kg} \pm 3,4$  bzw.  $32,6 \text{ kg} \pm 4,8$ ) nicht signifikant verschieden (t-Test n.s.).

Das erzielte Ertragsniveau beider Gruppen liegt mehr oder weniger deutlich unter dem Durchschnitt der Region. Zum Vergleich: Die 13 Trachtbeobachter des Landes Brandenburg erzielten vom 1. Mai bis 31. August des Jahres eine Zunahme von durchschnittlich  $47,1 \text{ kg} (\pm 3,2)$  (SCHADWINKEL 1998).



Varianzanalyse für wiederholte Messungen (1998): n.s. ( $n=9+9$ ); für 27.05.-09.07.1998:  $P < 0,05$

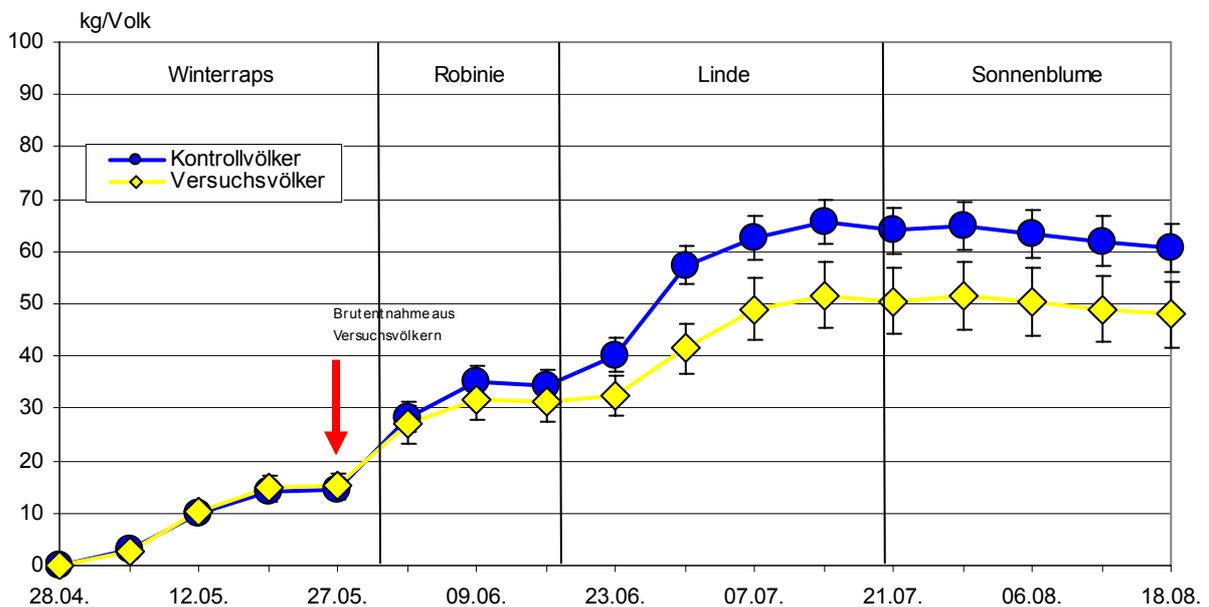
**Abb. 39:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Nettogewichtszunahme** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern.  
1. Versuchsjahr 1998, Stand 2, Brutentnahme am 25.05.1998 - s. Pfeil auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

## Versuchsjahr 2

Die anfängliche Nettogewichtszunahme während der Rapstracht bestätigt die mit der Populationsschätzung hergestellte übereinstimmende Volksstärke der Versuchs- und Kontrollgruppe zu Versuchsbeginn (s. 3.1.1). Nach der am 27.05.1999 erfolgten Schröpfung verliefen die Leistungskurven beider Gruppen in der anschließenden Robinientracht nahezu parallel, um erst in der darauf folgenden Lindentracht, beginnend ab 18.06.1999, deutlich auseinanderzudriften. Dies ist die Phase, in der die entnommene Brut zu Flugbienen geworden wäre. Aber schon nach 2 weiteren Wochen nahmen die Zunahmen der

Versuchsvölker wieder das Niveau der Kontrollvölker an. Allerdings endete die Lindentracht bald, während die danach erwartete Sonnenblumentracht völlig versagte und das wirkliche Leistungspotential der Völker für den späteren Trachtverlauf offen blieb.

Schließlich blieb die Versuchsgruppe mit einer **Gesamtzunahme** von 48,0 kg ( $\pm 6,3$ ;  $n=10$ ) um 21 % unter jener der Kontrollgruppe mit 60,7 kg ( $\pm 4,6$ ;  $n=10$ ; t-Test n.s) (Abb. 40). Wenn diese Differenz sich auch nicht statistisch signifikant absichern lässt, so weist doch die Varianzanalyse für wiederholte Messungen eine signifikant unterschiedliche Nettogewichtszunahme beider Gruppen aus ( $P<0,05$ ).



Varianzanalyse für wiederholte Messungen (1999):  $P<0,05$  ( $n=10+10$ ); für 27.05.-28.07.1999:  $P<0,05$

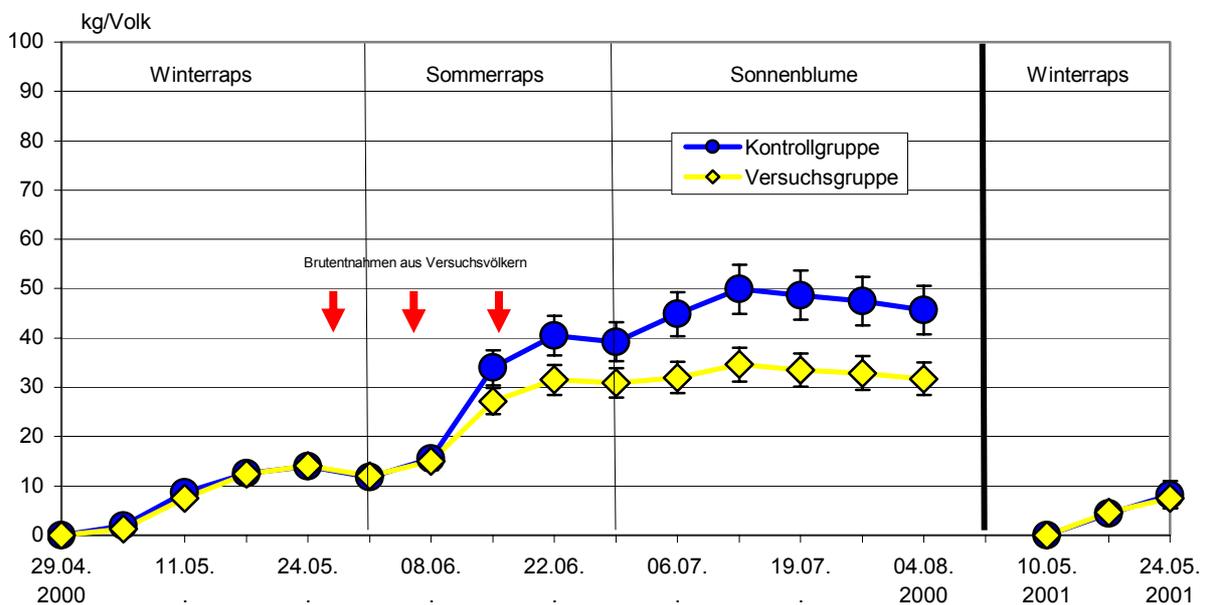
**Abb. 40:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf die **Nettogewichtszunahme** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern.  
2. Versuchsjahr 1999, Brutentnahme am 27.05.1999 - s. Pfeil auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Letzteres trifft selbstverständlich auch zu, wenn allein der Zeitraum von der Schröpfung (27.05.1999) bis zum Trachtschluss (28.07.1999) berücksichtigt wird ( $P<0,05$ ). Die allein in diesem Zeitraum erzielten Zunahmen der Versuchs- und der Kontrollvölker (36,1 kg  $\pm 5,2$  bzw. 50,2 kg  $\pm 3,0$ ) sind nun ebenfalls signifikant verschieden (t-Test  $P<0,05$ ).

Das erzielte Ertragsniveau entspricht in etwa dem Durchschnitt der Region. Zum Vergleich: Die 10 Trachtbeobachter des Landes Brandenburg erzielten vom 1. Mai bis 31. August des Jahres eine Zunahme von durchschnittlich 54,5 kg ( $\pm 6,4$ ) (SCHADWINKEL 1999).

### 3.4.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut

Weil die Gruppenzuordnung u.a. nach anfänglicher Nettogewichtszunahme erfolgte (s. 2.2.2.), muss diese für die ersten Trachtwochen zwischen beiden Gruppen übereinstimmen, was sich mit den Populationsschätzungen deckt (s. 3.1.2.). Nach der am 27.05.2000 erfolgten ersten Schröpfung verlaufen die Leistungskurven beider Gruppen bei mangelhaftem Trachtangebot zunächst weiterhin parallel, um erst nach der zweiten und ganz besonders nach der dritten Schröpfung deutlich auseinanderzudriften. Demzufolge konnten die Versuchsvölker weder den Sommer-Raps noch die Sonnenblume optimal nutzen.



Varianzanalyse für wiederholte Messungen (**2000**):  $P < 0,01$  ( $n=12+12$ ); für 27.05.-13.07.2000:  $P < 0,01$   
 Varianzanalyse für wiederholte Messungen (**2001**): n.s. ( $n=10+11$ )

**Abb. 41:** Auswirkung der dreimaligen partiellen Entnahme der verdeckelten Brut auf die Nettogewichtszunahme der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern im Versuchs- und darauf folgenden Jahr. Versuchsjahr 2000, Brutentnahme zu je 1/3 am 27.05., 06.06., 16.06.2000 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

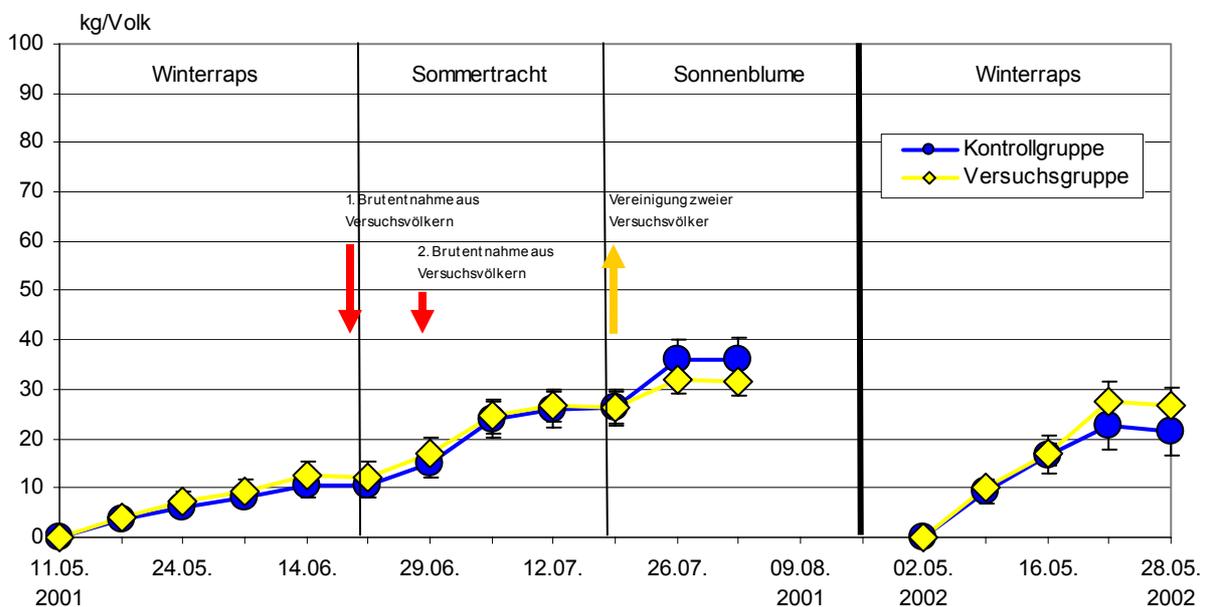
Allerdings war die Abnahme nach Trachtende nicht so stark wie bei den Kontrollvölkern, wodurch die Versuchsvölker den Ertragsverlust geringfügig kompensieren konnten. So blieb die Versuchsgruppe mit einer **Gesamtzunahme** von 31,8 kg ( $\pm 3,3$ ;  $n=12$ ) um stattliche 30 % unter jener der Kontrollgruppe mit 45,7 kg ( $\pm 4,9$ ;  $n=12$ ) (Abb. 41). Sowohl der t-Test für die Gesamtzunahme als auch die Varianzanalyse für wiederholte Messungen weisen dieses Ergebnis als signifikant aus ( $P < 0,05$  bzw.  $P < 0,01$ ). Gleiches trifft auch zu, wenn allein der Zeitraum von der ersten Schröpfung (27.05.2000) bis zum Trachtschluss (13.07.2000) berücksichtigt wird ( $P < 0,01$  bzw.  $P < 0,01$ ).

Obwohl der Versuch im Vergleich zu anderen Versuchsansätzen mit relativ schwachen Völkern gestartet wurde, entspricht das erzielte Ertragsniveau in etwa dem Durchschnitt der Region. Zum Vergleich: Die 19 Trachtbeobachter des Landes Brandenburg erzielten im selben Zeitraum eine Zunahme von durchschnittlich 38,8 kg ( $\pm 3,4$ ) (SCHADWINKEL 2000).

Der schröpfungsbedingte Unterschied zwischen den Gruppen war **im darauf folgenden Jahr** 2001 nicht mehr deutlich nachweisbar. Während die überlebenden bisherigen Versuchsvölker (n=11) in der **Rapstracht** eine mittlere Zunahme von 7,4 kg ( $\pm 1,9$ ) erreichten, kamen die überlebenden Kontrollvölker (n=10) auf 8,2 kg ( $\pm 2,8$ ; t-Test n.s.) (Abb. 41).

### 3.4.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker

Obwohl zum Versuchsbeginn die Populationsdaten einiger Völker fehlen (s. 3.1.3), kann anhand der nahezu deckungsgleichen Nettogewichtszunahme während der Rapstracht gezeigt werden, dass die Versuchs- und Kontrollgruppe bezüglich der mittleren Volksstärke offenbar weitgehend übereinstimmten (Abb. 42).



Varianzanalyse für wiederholte Messungen (**2001**): n.s. (n=12+10); für 19.06.-26.07.2001: n.s.  
 Varianzanalyse für wiederholte Messungen (**2002**): n.s. (n=11+5)

**Abb. 42:** Auswirkung der **zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker** auf die **Nettogewichtszunahme** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern im Versuchs- und Folgejahr. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 19.06., 29.06.2001, Vereinigung am 19.07.2001 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Auch nach der am 19.06.2001 erfolgten Schröpfung driften während der Sommertracht die Leistungskurven beider Gruppen nicht auseinander. Infolge der Vereinigung jeweils zweier Muttervölker der Versuchsgruppe zu Beginn der Sonnenblumentracht war die Zunahme dieser Doppelvölker zwar geringfügig höher als jene der Kontrollvölker, erreichte aber bei weitem nicht den doppelten Wert der weiterhin einzeln agierenden Kontrollvölker, weshalb sie in der pro Einzel-Volk berechneten Zunahme während der Sonnenblumentracht hinter den Kontrollvölkern zurückblieben. Basierend auf der ursprünglich vorhandenen Anzahl Versuchsvölker blieb diese Gruppe mit einer **Gesamtzunahme** von 31,6 kg ( $\pm 2,9$ ; n=10) pro Volk um 13 % unter jener der Kontrollgruppe mit 36,2 kg ( $\pm 4,3$ ; n=11) (Abb. 42). Weder der t-Test für die Gesamtzunahme noch die Varianzanalyse für wiederholte Messungen weisen diese Erträge als signifikant verschieden aus. Ebenso wenig zeigen sich signifikante Unterschiede für einzelne Trachtabschnitte.

Allerdings wurde in beiden Gruppen ein relativ geringes Ertragsniveau erreicht, welches unter dem Durchschnitt der Region liegt. Zum Vergleich: Die 19 Trachtbeobachter des Landes Brandenburg erzielten im selben Zeitraum mit 47,8 kg ( $\pm 4,0$ ) (GABRIEL 2001) eine deutlich höhere Zunahme. Auch in der Versuchsvariante 5 lagen die Zunahmen infolge höherer Ausgangs-Volksstärke und intensiverer Wanderung erheblich höher.

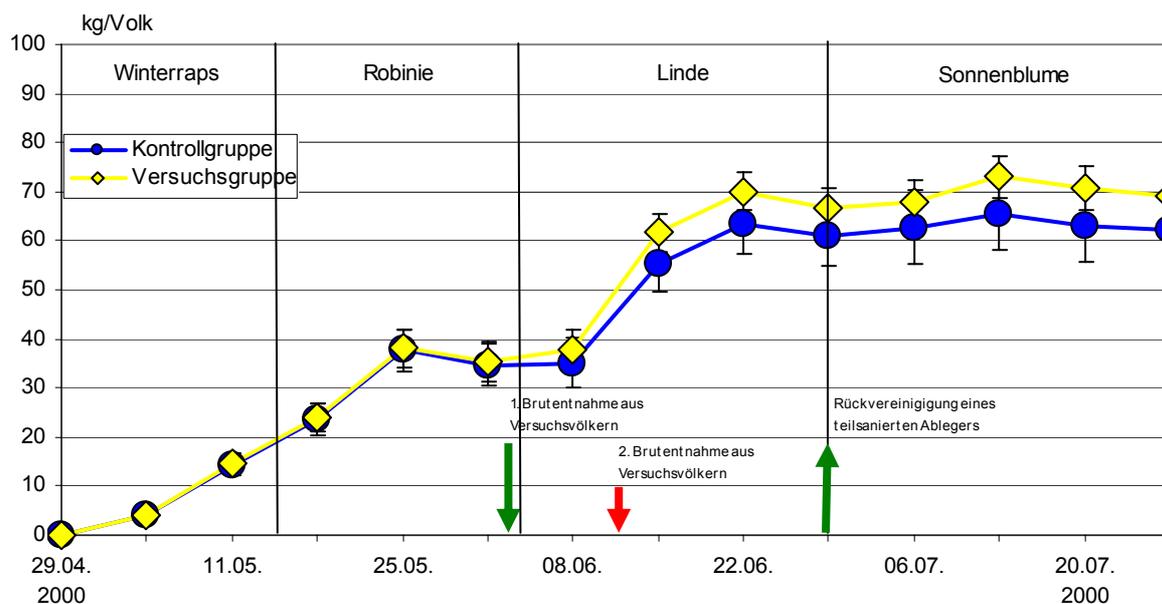
In der **Rapstracht des Folgejahres** zeigten die Völker eine deutlich bessere Leistung. Zwischen den Gruppen gab es jedoch erneut keine signifikanten Unterschiede, wenn auch die Völker der Versuchsgruppe durchschnittlich 26,5  $\pm$  3,7 kg (n=5) zunahmen, die überlebenden Kontrollvölker nur 21,5  $\pm$  4,7 kg (n=11) (Abb. 42).

Die im Versuchsjahr als Brut- und Sammelbrutableger aus den Versuchsvölkern gebildeten **Jungvölker** (n=12) kamen **im Folgejahr** auf eine mittlere Zunahme von 21,8  $\pm$  1,6 kg, waren also in der Leistung deckungsgleich mit den Kontrollvölkern.

#### **3.4.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers**

Die Nettogewichtszunahme während der Rapstracht und der sich unmittelbar anschließenden Robinientracht bestätigt die mit der Populationsschätzung hergestellte übereinstimmende Volksstärke der Versuchs- und Kontrollgruppe zu Versuchsbeginn (s. 3.1.4.). Aufgrund des sehr frühen Trachtbeginns der Robinie erfolgte die Schröpfung erst in deren Anschluss, nämlich am 02.06.2000. Danach driften die Leistungskurven beider Gruppen geringfügig auseinander, wobei jene der geschröpften Völker entgegen den Erwartungen oberhalb der

Leistungskurve der Kontrollvölker liegt. Dieser Trend hält sowohl in der Lindentracht als auch in der Sonnenblumentracht an. Die Versuchsgruppe liegt daher mit einer mittleren **Gesamtzunahme** von 69,0 kg ( $\pm 3,7$ ) um 11 % über der Kontrollgruppe mit nur 62,2 kg/Volk ( $\pm 7,1$ ) (Abb. 43). Jedoch weisen weder der t-Test für die Gesamtzunahme noch die Varianzanalyse für wiederholte Messungen dieses Ergebnis als signifikant unterschiedlich aus. Selbiges gilt für den Zeitraum von der ersten Schröpfung (02.06.2000) bis zum Trachtschluss (13.07.2000).



Varianzanalyse für wiederholte Messungen (2000): n.s. (n=10+10); für 02.06.-13.07.2000: n.s.

**Abb. 43:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers auf die Nettogewichtszunahme der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2000, Brutentnahme am 02.06., 12.06.2000, Rückvereinigung am 30.06.2000 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

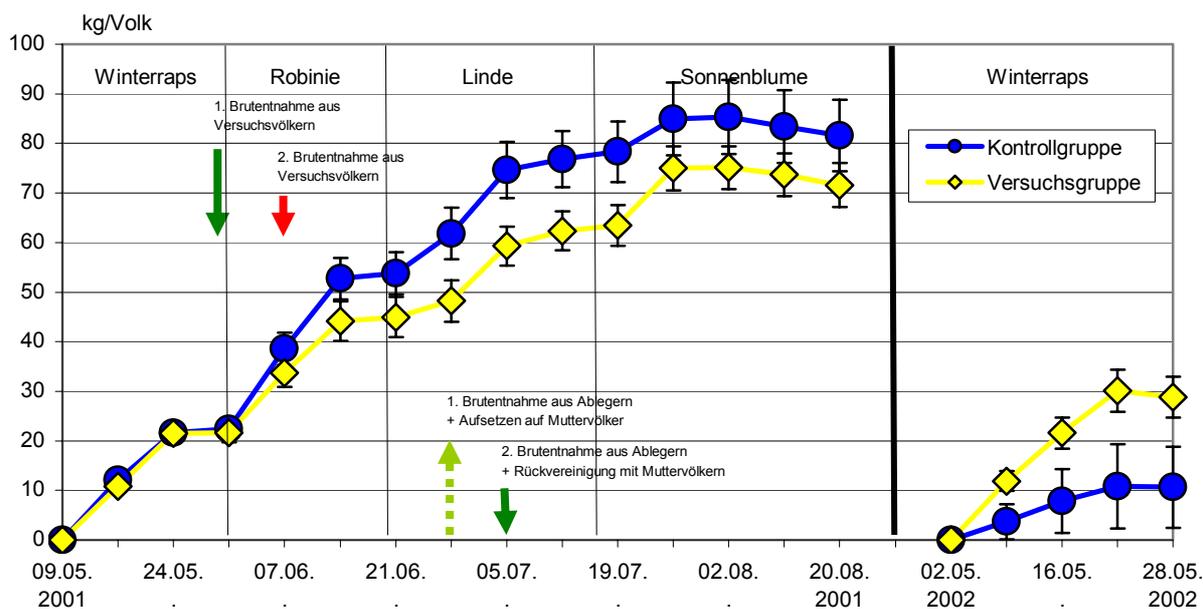
Bemerkenswert ist, dass diese Leistung der Versuchsvölker bei einem insgesamt hohen Ertragsniveau erreicht wurde, das weit über dem Durchschnitt der Region liegt. Zum Vergleich: Die 19 Trachtbeobachter des Landes Brandenburg erzielten im selben Zeitraum mit 38,8 kg ( $\pm 3,4$ ) (SCHADWINKEL 2000) eine erheblich geringere Zunahme.

Da die Völker im Folgejahr auf verschiedene Versuchs-Bienenstände verteilt wurden, liegen für diesen Zeitraum keine vergleichbaren Leistungsdaten vor.

### 3.4.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers

#### Versuchsjahr 1

Die anfängliche Nettogewichtszunahme während der Rapstracht bestätigt die mit der Populations-schätzung hergestellte übereinstimmende Volksstärke der Versuchs- und Kontrollgruppe zu Versuchsbeginn (s. 3.1.5.). Nach der am 29.05.2001 erfolgten Schröpfung driften die Leistungskurven beider Gruppen jedoch zunehmend auseinander. Infolge der Rückvereinigung der sanierten Ableger in zwei Schritten ab 28.06.2001 kann die Versuchsgruppe aber gegenüber der Kontrollgruppe während der Lindentracht das gleiche Niveau halten und mit der nächsten einsetzenden Tracht (Sonnenblume) noch aufholen, ohne deren Gesamt-Leistung zu erreichen. Dies dürfte zu wesentlichen Teilen auch auf den Trachtverlauf zurückzuführen sein, der offenbar den Kontrollvölkern zugute kam: Nach dem Winterraps boten sowohl Robinie als auch Linde mit jeweils ca. 25 kg pro Volk eine deutlich bessere Tracht als die Sonnenblume.



Varianzanalyse für wiederholte Messungen (2001): n.s. (n=12+12); für 29.05.-02.08.2001:  $P < 0,05$

Varianzanalyse für wiederholte Messungen (2002):  $P < 0,05$  (n=7+10)

**Abb. 44:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers auf die Nettogewichtszunahme der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern im Versuchs- und darauf folgenden Jahr.  
1. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 29.05., 07.06. 2001, Rückvereinigung in 2 Schritten ab 28.06.2001 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Die Versuchsgruppe (n=12) blieb mit einer **Gesamtzunahme** von 71,6 kg ( $\pm 4,5$ ) um 12 % unter jener der Kontrollgruppe (n=12) mit 81,6 kg ( $\pm 7,2$ ) (Abb. 44). Weder der t-Test für die Gesamtzunahme noch die Varianzanalyse für wiederholte Messungen weisen dieses Ergebnis als signifikant verschieden aus. Wird dagegen allein der Zeitraum von der ersten Schröpfung (29.05.2001) bis zum Trachtschluss (02.08.2001) mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen analysiert, entwickeln sich die Nettogewichtszunahmen beider Gruppen mit  $P < 0,05$  signifikant unterschiedlich. D.h. für einen begrenzten Zeitraum ließ die Leistungsfähigkeit der geschröpften Völker nach.

Zu beachten ist, dass in beiden Gruppen ein hohes Ertragsniveau erreicht wurde, das weit über dem Durchschnitt der Region liegt. Zum Vergleich: Die 19 Trachtbeobachter des Landes Brandenburg erzielten im selben Zeitraum mit 47,8 kg ( $\pm 4,0$ ) (GABRIEL 2001) eine erheblich geringere Zunahme.

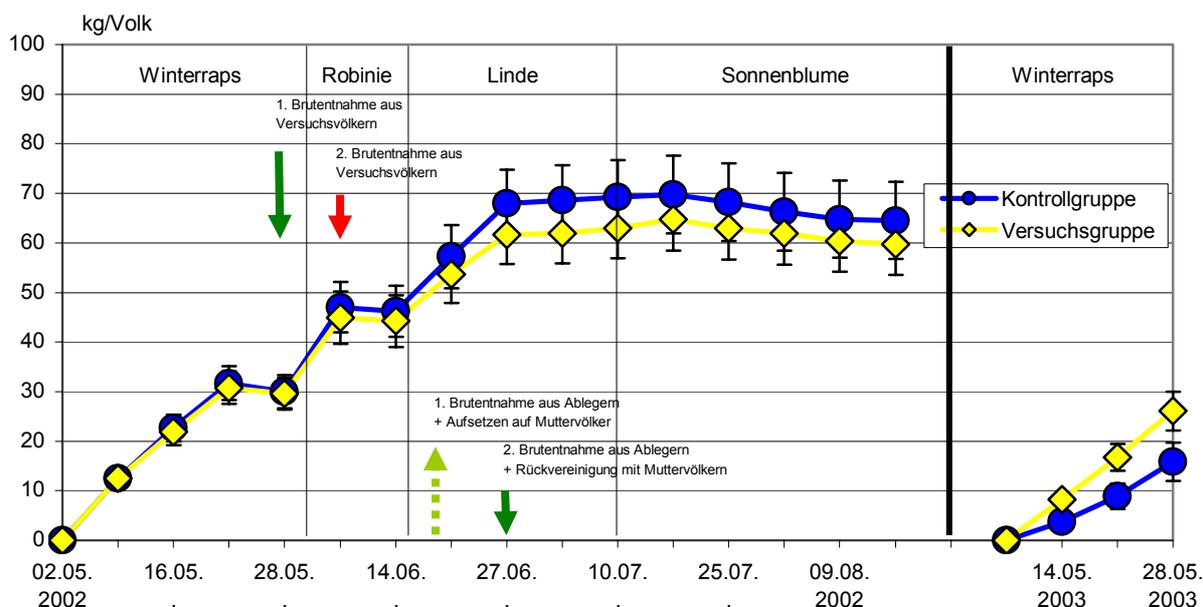
Auffallend positiv entwickelte sich das Leistungspotential der **Völker im darauf folgenden Jahr** 2002. Hier konnten die überlebenden bisherigen Versuchsvölker (n=10) in der **Rapstracht** eine mittlere Zunahme von 28,8 kg ( $\pm 4,1$ ) erreichen, während es die überlebenden Kontrollvölker (n=7) am selben Standort nur auf 10,6 kg ( $\pm 8,2$ ) brachten (Abb. 44). Bereits in dieser Tracht wurde somit die Minderleistung des Vorjahres ausgeglichen. Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant, was einerseits auf die deutlich verringerte Anzahl Kontrollvölker und andererseits auf die außerordentlich hohe Leistung eines Volkes der Kontrollgruppe zurückzuführen ist, das mit 59,3 kg selbst das beste der Versuchsvölker übertraf. Obwohl eigentlich als Ausreißer zu werten, wurde es bewusst in der Analyse belassen, um kein künstlich positives Ergebnis zu produzieren.

Die im Versuchsjahr als Sammelbrutableger der Versuchsvölker gebildeten **Jungvölker** (n=6) kamen **im Folgejahr** während der **Rapstracht** auf eine mittlere Zunahme von 14,0 kg ( $\pm 2,4$ ), legen also oberhalb des Ertrages der Kontrollvölker (n.s.), reichten aber bei weitem nicht an die Leistung der Versuchsvölker heran ( $P < 0,05$ ).

## Versuchsjahr 2

Auch im Versuchsjahr 2002 bestätigt die anfängliche Nettogewichtszunahme während der Rapstracht die mit der Populationsschätzung hergestellte übereinstimmende Volksstärke der Versuchs- und Kontrollgruppe zu Versuchsbeginn (s. 3.1.5.). Nach der am 28.05.2002 erfolgten ersten Schröpfung driften die Leistungskurven beider Gruppen jedoch zunehmend auseinander, wenn auch in geringerem Maße als im Vorjahr. Diese weniger stark ausfallende Differenz dürfte auf das deutlich geringere Trachtpotential der Robinie gegenüber dem

Vorjahr zurückzuführen sein. Die Kontrollvölker nahmen während der Robinientracht 2002 (31.05.-15.06.) nur 16,2 kg zu, während sie im Jahre 2001 (31.05.-19.06.) mit 31,5 kg fast auf die doppelte Menge kamen. Infolge der Rückvereinigung der sanierten Ableger ab 18.06.2002 konnte die Versuchsgruppe ähnlich wie im Vorjahr insbesondere mit der nächsten Tracht (Sonnenblume ab 10.07.2002) gegenüber der Kontrollgruppe wieder etwas aufholen. Da die Sonnenblume offenbar nur sehr dürrtig honigte, blieb das gestiegene Ertragspotential der Versuchsvölker jedoch in Andeutungen stecken. Im Ergebnis blieb die Versuchsgruppe mit einer **Gesamtzunahme** von 59,7 kg ( $\pm 6,2$ ;  $n=12$ ) um 8 % unter jener der Kontrollgruppe mit 64,5 kg ( $\pm 7,7$ ;  $n=12$ ) (Abb. 45). Weder der t-Test für die Gesamtzunahme noch die Varianzanalyse für wiederholte Messungen weisen dieses Ergebnis als signifikant aus. Gleiches gilt, wenn allein der Zeitraum von der ersten Schröpfung (28.05.2002) bis zum Trachtschluss (18.07.2002) mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen analysiert wird.



Varianzanalyse für wiederholte Messungen (**2002**): n.s. ( $n=12+12$ ); für 28.05.-18.07.2002: n.s.

Varianzanalyse für wiederholte Messungen (**2003**): n.s. ( $n=11+10$ )

**Abb. 45:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers auf die Nettogewichtszunahme der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern im Versuchs- und darauf folgenden Jahr.  
2. Versuchsjahr 2002, Brutentnahme am 28.05., 07.06. 2002, Rückvereinigung in 2 Schritten ab 18.06.2002 - s. Pfeile auf der X-Achse (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Zu beachten ist, dass wiederum in beiden Gruppen ein hohes Ertragsniveau erreicht wurde, das deutlich über dem Durchschnitt der Region liegt. Zum Vergleich: Die 16

Trachtbeobachter des Landes Brandenburg erzielten im selben Zeitraum mit 53,5 kg ( $\pm 3,5$ ) (GABRIEL 2002) eine geringere Zunahme.

Auffallend positiv entwickelte sich zum wiederholten Male das Leistungspotential der **Völker im darauf folgenden Jahr** (2003). Hier konnten die überlebenden bisherigen Versuchsvölker ( $n=10$ ) in der **Rapstracht** eine mittlere Zunahme von 26,1 kg ( $\pm 4,1$ ) erreichen, während es die überlebenden Kontrollvölker ( $n=11$ ) am selben Standort nur auf 15,8 kg ( $\pm 4,0$ ) brachten (Abb. 45). Bereits in dieser Tracht wurde somit die Minderleistung des Vorjahres ausgeglichen. Die Zunahmen unterscheiden sich jedoch nicht signifikant.

Die im Versuchsjahr als Sammelbrutableger der Versuchsvölker gebildeten **Jungvölker** ( $n=6$ ) kamen in der **Rapstracht des Folgejahres** auf eine mittlere Zunahme von 18,1 kg ( $\pm 3,3$ ), lagen also oberhalb der Zunahmen der Kontrollvölker (n.s.), reichten aber nicht an die Leistung der Versuchsvölker heran (n.s.).

### 3.5. Honigertrag

#### 3.5.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut

##### Versuchsjahr 1998 (Stand 1)

Die Versuchsgruppe brachte mit 40,4 kg **Honig/Volk** ( $\pm 5,8$ ;  $n=8$ ) 36 % weniger Ertrag als die Kontrollgruppe (63,2 kg/Volk  $\pm 2,5$ ;  $n=9$ ; t-Test  $P < 0,01$ ) (Abb. 46). Diese Ertragsdifferenz resultiert etwa zu gleichen Teilen aus der Robinien- und aus der darauf folgenden Lindentracht, während der Ertrag aus dem Winterraps nahezu identisch war. Aus der Sonnenblume konnte dagegen kein Honig geerntet werden.

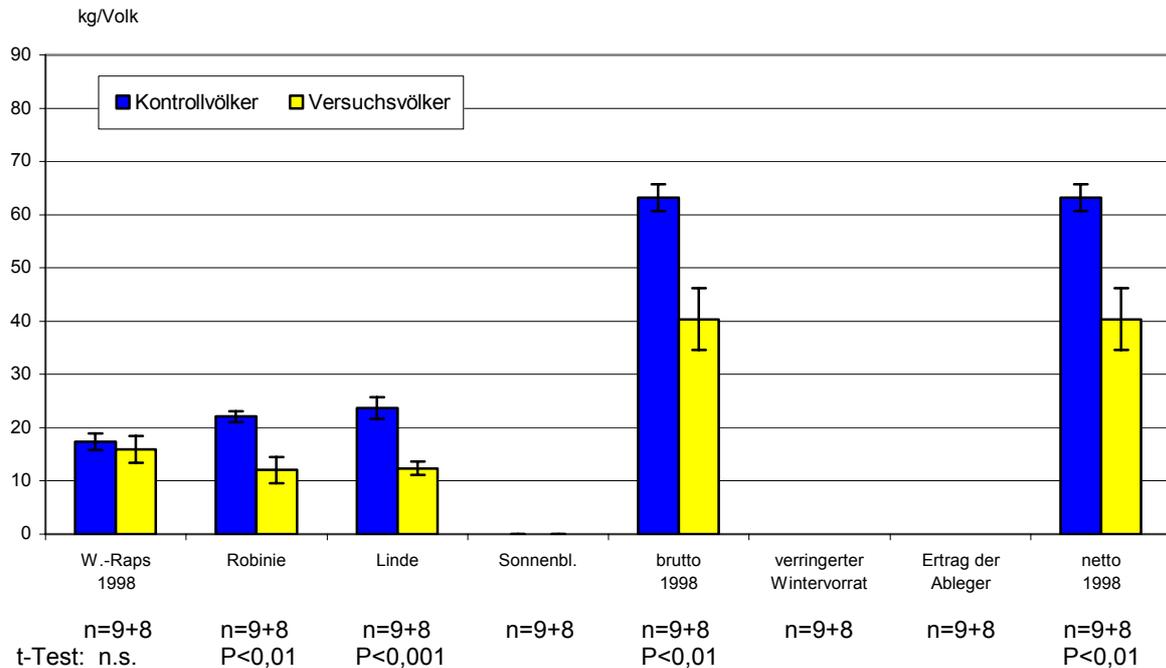
Folgende Erträge wurden ermittelt:

Winter-Raps:	Versuchsvölker 16,0 kg ( $\pm 2,5$ ), Kontrollvölker 17,3 kg ( $\pm 1,5$ ; n.s.),
Robinie:	Versuchsvölker 12,0 kg ( $\pm 2,4$ ), Kontrollvölker 22,1 kg ( $\pm 1,0$ ; $P < 0,01$ ),
Linde:	Versuchsvölker 12,4 kg ( $\pm 1,2$ ), Kontrollvölker 23,7 kg ( $\pm 2,0$ ; $P < 0,001$ ),
Sonnenblume:	Versuchsvölker 0,0 kg ( $\pm 0,0$ ), Kontrollvölker 0,0 kg ( $\pm 0,0$ ).

Alle Völker wurden auf zwei Zargen bei annähernd einheitlichem Wintervorrat eingewintert, wobei zwischen einigen Völkern aufgrund der langen Trachtlosigkeit Futterwaben ausgetauscht worden sind.

Aus den Ablegern wurde aufgrund der durchgeführten Behandlung mit Ameisensäure kein Honig geerntet.

Im Folgejahr wurden nicht alle Völker der Leistungsprüfung unterzogen, sodass dazu keine sinnvollen Ergebnisse aufgeführt werden können.



**Abb. 46:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Honigertrag** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 1. Versuchsjahr 1998, Stand 1, Brutentnahme am 20.05.1998 (n=9+8, Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Bei der Ernte des Honigs wurden die Honigräume der einzelnen Völker aus der Raps- und der Lindentracht getrennt voneinander geschleudert, um mit Hilfe des Parameters Wassergehalt die Honigqualität beurteilen zu können. Zwischen beiden Gruppen wurden jeweils übereinstimmende Mittelwerte errechnet:

Winter-Raps: Versuchsvölker 17,0 % ( $\pm 0,1$ ), Kontrollvölker 17,1 % ( $\pm 0,3$ ; n.s.),

Linde: Versuchsvölker 17,0 % ( $\pm 0,3$ ), Kontrollvölker 17,1 % ( $\pm 0,3$ ; n.s.).

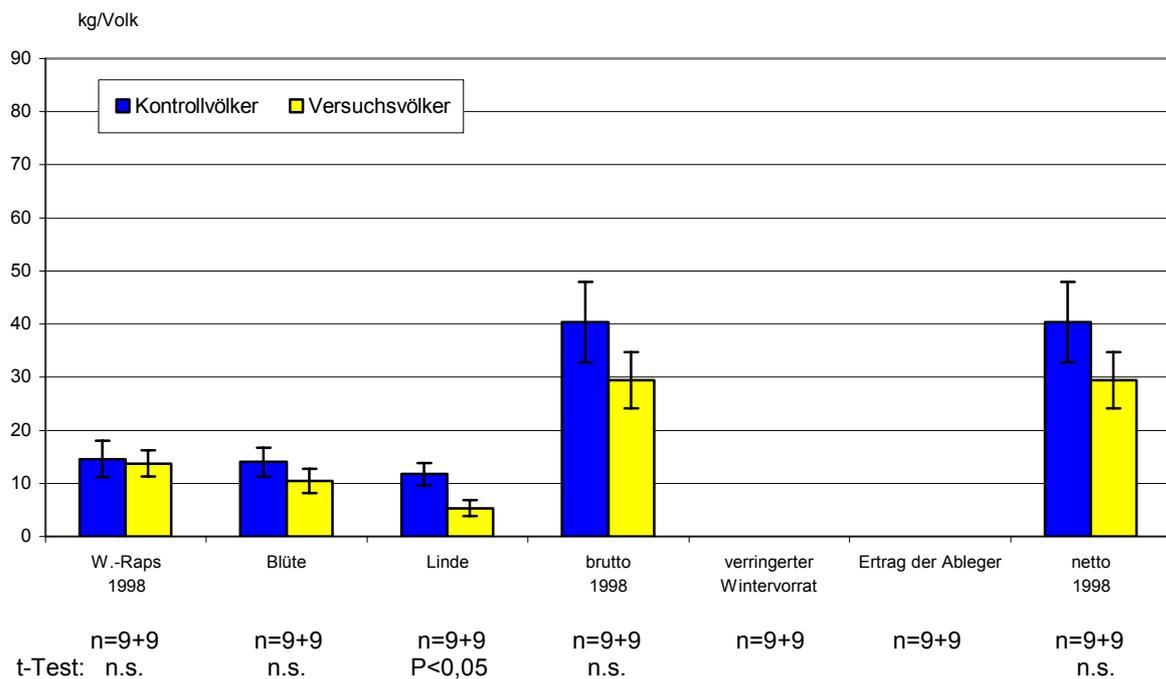
### Versuchsjahr 1998 (Stand 2)

Mit 29,5 kg **Honig/Volk** ( $\pm 5,2$ ; n=9) brachte die Versuchsgruppe 27 % weniger Ertrag als die Völker der Kontrollgruppe (40,3 kg/Volk  $\pm 7,6$ ; n=9; t-Test n.s.) (Abb. 47). Diese tendenzielle Ertragsdifferenz resultiert im Unterschied zum Stand 1 zu einem geringeren Teil aus der

Blütentracht nach der Schröpfung und zu einem größeren aus der darauf folgenden Lindentracht. Der Ertrag aus dem Winterraps fiel wie am Stand 2 zwischen beiden Gruppen nahezu identisch aus.

Folgende Erträge wurden ermittelt:

Winter-Raps: Versuchsvölker 13,7 kg ( $\pm 2,5$ ), Kontrollvölker 14,6 kg ( $\pm 3,4$ ; n.s.),  
 Blütentracht: Versuchsvölker 10,4 kg ( $\pm 2,3$ ), Kontrollvölker 14,0 kg ( $\pm 2,7$ ; n.s.),  
 Linde: Versuchsvölker 5,3 kg ( $\pm 1,5$ ), Kontrollvölker 11,8 kg ( $\pm 2,1$ ;  $P < 0,05$ ).



**Abb. 47:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Honigertrag** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 1. Versuchsjahr 1998, Stand 2, Brutentnahme am 25.05.1998 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Von den jeweils 9 Völkern pro Gruppe sind 8 Versuchs- und 7 Kontrollvölker auf zwei Zargen bei annähernd einheitlichem Wintervorrat eingewintert worden, nur 1 Versuchsvolk und 2 Kontrollvölker entsprechend ihrer geringen Volksstärke auf 1 Zarge.

Aus den Ablegern wurde aufgrund der durchgeführten Behandlung mit Ameisensäure ebenso wie am Stand 1 kein Honig geerntet.

Im Folgejahr wurden nicht alle Völker der Leistungsprüfung unterzogen, sodass dazu keine sinnvollen Ergebnisse aufgeführt werden können.

Bei der Ernte des Honigs wurden die Honigräume der einzelnen Völker aus der Raps- und der Lindentracht getrennt voneinander geschleudert, um mit Hilfe des Parameters Wassergehalt die Honigqualität beurteilen zu können. Folgende Werte wurden ermittelt:

Winter-Raps: Versuchsvölker 19,0 % ( $\pm 0,2$ ), Kontrollvölker 18,8 % ( $\pm 0,3$ ; n.s.),

Blütentracht: Versuchsvölker 17,8 % ( $\pm 0,3$ ), Kontrollvölker 17,4 % ( $\pm 0,2$ ; n.s.),

Linde: Versuchsvölker 16,7 % ( $\pm 0,4$ ), Kontrollvölker 16,3 % ( $\pm 0,2$ ; n.s.).

Die geringen, nicht signifikanten Abweichungen zugunsten der Kontrollvölker sind wenig bedeutsam. Gerade angesichts des beim Raps-Honig sichtbaren Gefälles kann die Schröpfung der Versuchsvölker nicht ursächlich sein.

### Versuchsjahr 2

Die Völker der Versuchsgruppe brachten mit 44,9 kg **Honig/Volk** ( $\pm 5,8$ ; n=10) 24 % weniger Ertrag als die Völker der Kontrollgruppe (59,2 kg/Volk  $\pm 4,5$ ; n=10; t-Test n.s.) (Abb. 48). Diese Ertragsdifferenz resultiert im wesentlichen aus der Lindentracht und zu einem geringeren Teil aus der Robinientracht, während der Ertrag aus Winterraps und Sonnenblume nahezu identisch war.

Folgende Erträge wurden ermittelt:

Winter-Raps: Versuchsvölker 12,1 kg ( $\pm 1,8$ ), Kontrollvölker 12,4 kg ( $\pm 1,6$ ; n.s.),

Robinie: Versuchsvölker 12,9 kg ( $\pm 2,1$ ), Kontrollvölker 15,8 kg ( $\pm 1,4$ ; n.s.),

Linde: Versuchsvölker 16,3 kg ( $\pm 3,2$ ), Kontrollvölker 26,7 kg ( $\pm 2,2$ ;  $P < 0,05$ .),

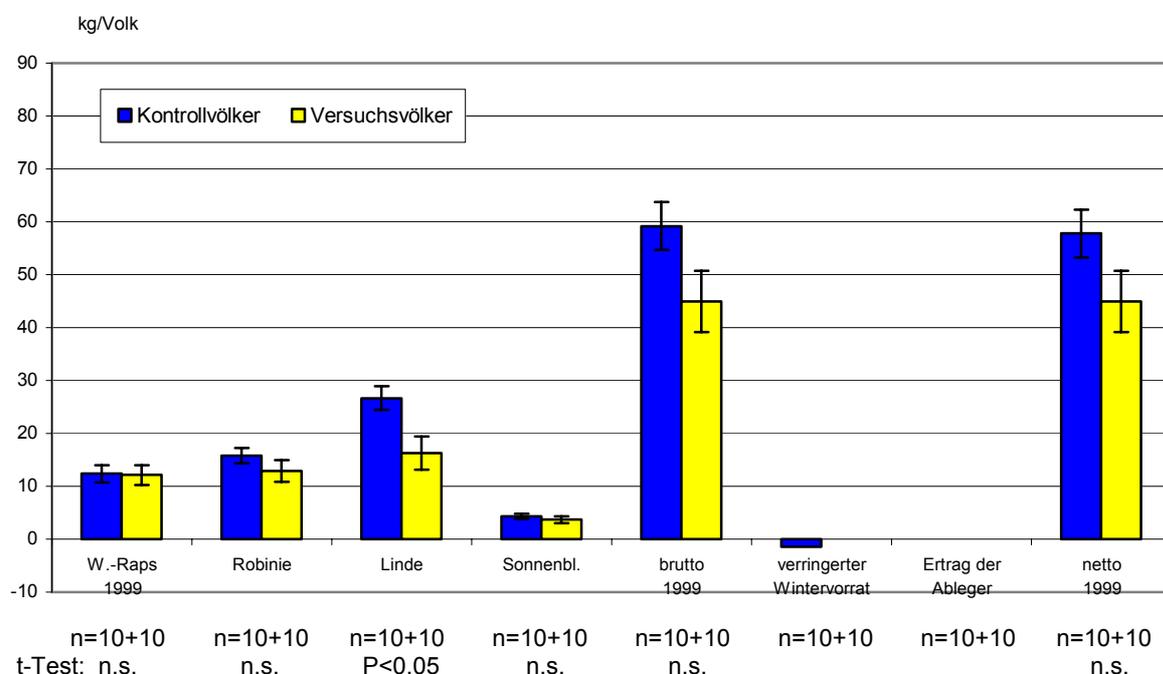
Sonnenblume: Versuchsvölker 3,7 kg ( $\pm 0,7$ ), Kontrollvölker 4,4 kg ( $\pm 0,4$ ; n.s.).

Das Verhältnis zwischen zweizargig zu einzargig eingewinteter Versuchs- und Kontrollvölkern (8:2 bzw. 7:3) war in beiden Gruppen zwar nahezu übereinstimmend, dennoch wurde den Kontrollvölkern offenbar ein geringerer Wintervorrat belassen (Tab. 9).

**Tab. 9: Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 27.05.1999: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag** infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte bei den Versuchs- und Kontrollvölkern 1999

	Bruttogewichtszunahme in der Sonnenblume 21.07.-28.07.99	Nettogewichtszunahme in der Sonnenblume 21.07.-06.08.99	Honigertrag bei Abernten nach Sonnenblume	Differenz aus Honigertrag und Nettogewichtszunahme
Versuchsvölker	0,9 kg ( $\pm 0,3$ )	-2,5 kg ( $\pm 0,3$ )	3,7 kg ( $\pm 0,7$ )	6,2 kg ( $\pm 0,7$ )
Kontrollvölker	0,9 kg ( $\pm 0,4$ )	-3,3 kg ( $\pm 0,4$ )	4,4 kg ( $\pm 0,4$ )	7,7 kg ( $\pm 0,7$ )
<b>Diff. Vorrat</b>				<b>1,5 kg</b>

Von den Kontrollvölkern wurden nach der letzten Tracht (Sonnenblume) lt. Tabelle 9 im Vergleich zu den Versuchsvölkern beim Einrichten des Wintersitzes durchschnittlich 1,5 kg Honig mehr geerntet, als Zunahmen in der Tracht zu verzeichnen waren. Dieser Wert ist vom (Brutto-) Ertrag der Kontrollvölker abzuziehen. Daraus ergibt sich ein korrigierter Honigertrag von 57,7 kg bei den Kontrollvölkern gegenüber dem Ertrag von 44,9 kg der Versuchsvölker, was einem (nicht signifikanten) Ertragsverlust der Versuchsvölker gegenüber den Kontrollvölkern von 22 % gleichkommt. Dies entspricht der Differenz, welche durch die Nettogewichtszunahmen beider Gruppen ausgewiesen wird (21 %). Bei Betrachtung des Minderertrages an Honig ist zu beachten, dass die Rapstracht in beiden Gruppen relativ gering ausfiel. Bei höherer Ernte aus dieser Tracht wäre eine geringere Differenz im Gesamtertrag zu erwarten gewesen.



**Abb. 48:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Honigertrag** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 2. Versuchsjahr 1999, Brutentnahme am 27.05.1999 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Aus den Ablegern wurde aufgrund der durchgeführten Behandlung mit Ameisensäure kein Honig geerntet.

Im Folgejahr wurden nicht alle Völker der Leistungsprüfung unterzogen, sodass dazu keine sinnvollen Ergebnisse aufgeführt werden können.

Bei der Ernte des Honigs aus dem Winter-Raps im Versuchsjahr 1999 wurden die Honigräume der einzelnen Völker getrennt voneinander geschleudert, um mit Hilfe der Variable Wassergehalt die **Honigqualität** beurteilen zu können. Bei den Versuchsvölkern

wies der Rapshonig einen mittleren Wassergehalt von 17,4 % ( $\pm 0,2$ ) auf, bei den Kontrollvölkern 17,2 % ( $\pm 0,2$ ; t-Test n.s.). Daten zum Honig der nachfolgenden Ernten liegen nicht vor; Hinweise auf schröpfungsbedingte Probleme bezüglich der Honigqualität ergaben sich aber nicht.

### 3.5.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut

Die Versuchsvölker (n=12) brachten mit 24,1 kg Honig/Volk ( $\pm 3,7$ ) einen um 33 % geringeren Ertrag als die Kontrollvölker (n=12) mit 36,1 kg ( $\pm 5,4$ ), obwohl dieser Unterschied nicht statistisch signifikant nachweisbar war (t-Test n.s.) (Abb. 49).

Während beide Gruppen aus dem Winter-Raps den gleichen Ertrag brachten, blieb der Ertrag der Versuchsvölker aus dem Sommer-Raps schon deutlich unter jenem der Kontrollvölker, um in der Sonnenblumentracht völlig einzubrechen. Mangels ausreichender Volksstärke waren die Versuchsvölker überwiegend ohne Honigraum in die Sonnenblumentracht gegangen. Bei dem auffallend guten Ertrag der Kontrollvölker aus der Sonnenblume und den eher mäßig ausgefallenen vorangegangenen Ernten musste sich das hier verzeichnete Leistungsdefizit der Versuchsvölker auf den Gesamtertrag auswirken.

Folgende Erträge wurden ermittelt:

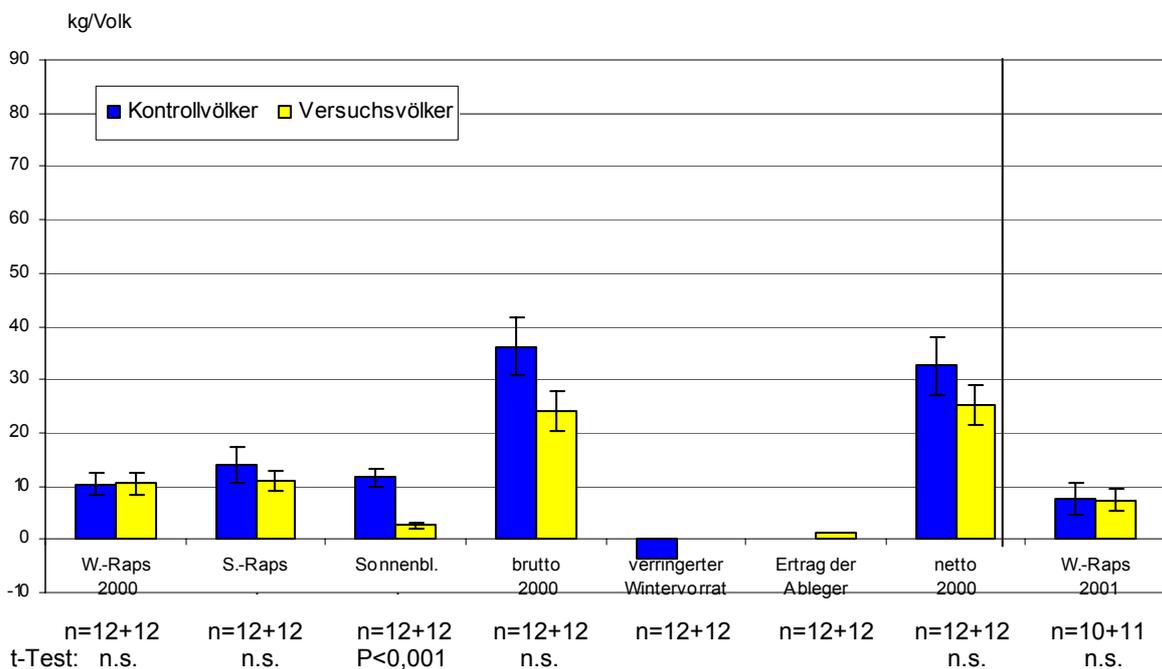
Winter-Raps: Versuchsvölker 10,6 kg ( $\pm 2,1$ ), Kontrollvölker 10,4 kg ( $\pm 2,1$ ; n.s.),  
 Sommer-Raps: Versuchsvölker 11,0 kg ( $\pm 1,8$ ), Kontrollvölker 14,1 kg ( $\pm 3,4$ ; n.s.),  
 Sonnenblume: Versuchsvölker 2,6 kg ( $\pm 0,6$ ), Kontrollvölker 11,7 kg ( $\pm 1,7$ ;  $P < 0,001$ ),

Das Verhältnis zweizargig zu einzargig eingewinteter Versuchs- und Kontrollvölker (9:3 bzw. 10:2) war in beiden Gruppen ähnlich, dennoch wurde den Kontrollvölkern offenbar ein geringerer Wintervorrat belassen (Tab. 10).

**Tab. 10: Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut am 27.05., 06.06., 16.06.2000 (je 1/3): Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte bei den Versuchs- und Kontrollvölkern 2000**

	Bruttogewichtszunahme in der Sonnenblume 29.06.-13.07.00	Nettogewichtszunahme in der Sonnenblume 29.06.-04.08.00	Honigertrag bei Abernten nach Sonnenblume	Differenz aus Honigertrag und Nettogewichtszunahme
Versuchsvölker	3,7 kg ( $\pm 0,5$ )	0,8 kg ( $\pm 0,5$ )	2,6 kg ( $\pm 0,6$ )	1,8 kg ( $\pm 0,6$ )
Kontrollvölker	10,7 kg ( $\pm 1,6$ )	6,4 kg ( $\pm 1,5$ )	11,7 kg ( $\pm 1,7$ )	5,3 kg ( $\pm 0,6$ )
<b>Diff. Vorrat</b>				<b>3,5 kg</b>

Von den Kontrollvölkern wurden nach der letzten Tracht (Sonnenblume) lt. Tabelle 10 im Vergleich zu den Versuchsvölkern durchschnittlich 3,5 kg Honig mehr geerntet, als Zunahmen in der Tracht zu verzeichnen waren. Dieser Wert ist vom (Brutto-) Ertrag der Kontrollvölker abzuziehen. Dagegen ist der Honigertrag von insgesamt 13,6 kg, welcher vor der Ameisensäurebehandlung aus einigen der 17 Ableger stammte, den 12 Versuchsvölkern mit 1,1 kg/Versuchsvolk zuzurechnen. Somit kommen die Versuchsvölker auf einen Nettoertrag von 25,2 kg/Volk und bleiben um 23 % unter dem Nettoertrag der Kontrollvölker von 32,6 kg. Dies entspricht annähernd der Differenz, die aufgrund der signifikant unterschiedlichen Nettogewichtszunahme zu erwarten war (30 %).



**Abb. 49:** Auswirkung der dreimaligen partiellen Entnahme der verdeckelten Brut auf den Honigertrag der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern im Versuchs- und darauf folgenden Jahr. Versuchsjahr 2000, Brutentnahme am 27.05., 06.06., 16.06.2000 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Übereinstimmend mit der Nettogewichtszunahme in der **Rapstracht des Folgejahres (2001)** brachte die Honigernte aus dieser Tracht identische Erträge beider Gruppen. Während von den überlebenden 11 Versuchsvölkern im Mittel 7,4 kg ( $\pm 2,1$ ) geerntet werden konnten, waren es bei den 10 Kontrollvölkern 7,6 kg ( $\pm 2,8$ ; n.s.) (Abb. 49).

Bei der Ernte des Honigs aus dem Winter-Raps im Versuchsjahr 2000 wurden die Honigräume der einzelnen Völker getrennt voneinander geschleudert, um mit Hilfe des Parameters Wassergehalt die **Honigqualität** beurteilen zu können. Bei den Versuchsvölkern

wies der Rapshonig einen mittleren Wassergehalt von 15,6 % ( $\pm 0,1$ ) auf, bei den Kontrollvölkern 15,9 % ( $\pm 0,1$ ; t-Test n.s.). Daten zum Honig der nachfolgenden Ernten liegen nicht vor; Hinweise auf schröpfungsbedingte Probleme bezüglich der Honigqualität ergaben sich aber nicht.

### **3.5.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker**

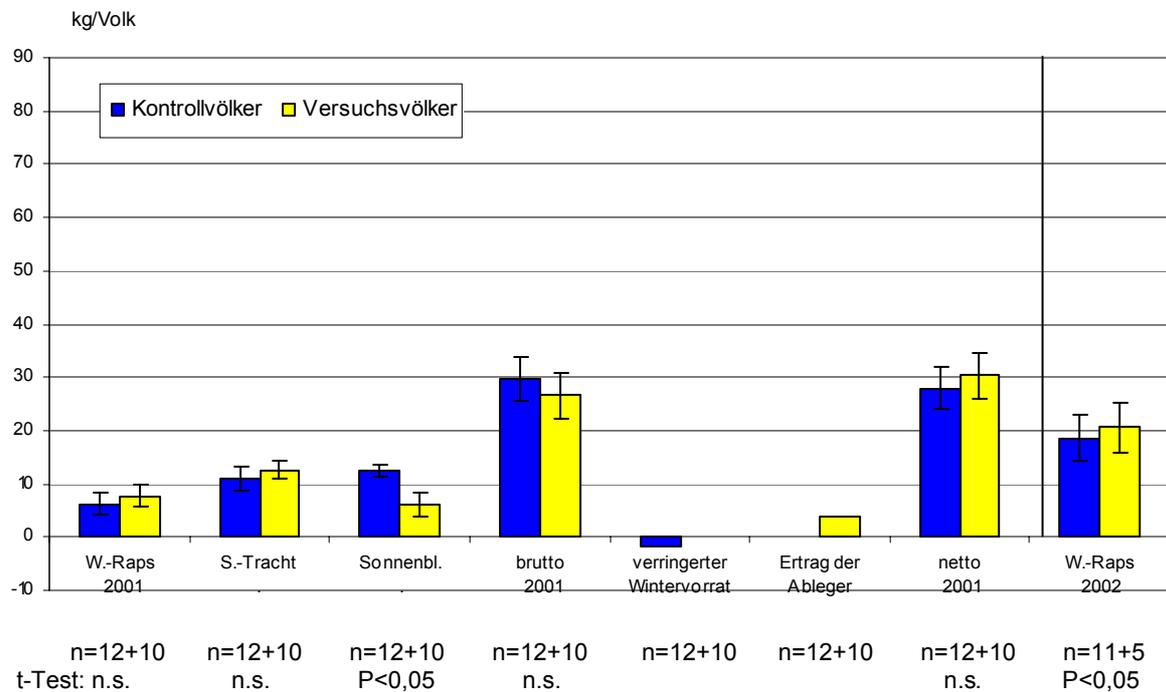
Die Versuchsvölker ( $n=10$ ) brachten mit 26,6 kg **Honig/Volk** ( $\pm 4,2$ ) einen um 10 % geringeren Ertrag als die Kontrollvölker ( $n=12$ ) mit 29,7 kg ( $\pm 4,1$ ), was sich jedoch als nicht signifikant erwies (Abb. 50). Sowohl aus der Rapstracht als auch aus der Sommertracht lag der Ertrag der Versuchsvölker (7,8 kg  $\pm 2,0$  bzw. 12,6 kg  $\pm 1,8$ ;  $n=10$ ) leicht oberhalb dem der Kontrollvölker (6,3 kg  $\pm 2,0$  bzw. 10,9 kg  $\pm 2,3$ ;  $n=12$ ; t-Test jeweils n.s.). In der Sonnenblumentracht war im Zuge der Vereinigung jeweils zweier Muttervölker der Versuchsgruppe ein anderes Ergebnis zu verzeichnen. Zwar brachten die infolge der Vereinigung erstellten Doppelvölker mit 12,2 kg  $\pm 1,7$  ( $n=5$ ) ebensoviel Honig wie die Kontrollvölker mit 12,5 kg  $\pm 2,2$  ( $n=12$ ). Ein sinnvoller Vergleich ist bedingt durch den angefallenen Arbeits- und Kostenaufwand jedoch nur auf der Basis der ursprünglich pro Gruppe vorhandenen Völker möglich. In dem Falle schneiden die Versuchsvölker mit 6,1 kg  $\pm 2,2$  ( $n=10$ ) deutlich schlechter ab als die Kontrollvölker (12,5 kg  $\pm 2,2$ ;  $n=12$ ; t-Test  $P < 0,05$ ). Der unterschiedliche Ertrag aus der Sonnenblumentracht ist letztlich entscheidend für die Abweichungen zwischen den beiden Gruppen.

Dennoch sind die hier festgestellten Ertragsdifferenzen nicht als absolut anzunehmen. Während alle Versuchsvölker auf 2 Zargen eingewintert wurden, waren es bei den Kontrollvölkern nur 75 %. Die restlichen Völker wurden aufgrund der geringeren Volksstärke auf einer Zarge eingewintert. Hiermit war verbunden, dass den Kontrollvölkern ein geringerer Wintervorrat belassen wurde, was ungerechtfertigt ihrem Honigertrag zugute kommt. Dies lässt sich anhand des Vergleichs der Nettogewichtszunahme in der Sonnenblumentracht und der anschließenden Honigernte leicht nachweisen (Tabelle 11).

Von den Kontrollvölkern wurden nach der letzten Tracht (Sonnenblume) lt. Tabelle 11 im Vergleich zu den Versuchsvölkern infolge der Anpassung der Raumgröße für den Wintersitz an die geringere mittlere Volksstärke (s. 3.1.3.) durchschnittlich 1,7 kg Honig mehr geerntet, als Zunahmen in der Tracht zu verzeichnen waren. Dieser Wert ist vom (Brutto-) Ertrag der Kontrollvölker abzuziehen.

**Tab. 11: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 19.06. und 29.06.2001 mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker (19.07.2001): Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag** infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte bei den Versuchs- und Kontrollvölkern 2001

	Bruttogewichtszunahme in der Sonnenblume 18.07.-02.08.01	Nettogewichtszunahme in der Sonnenblume 18.07.-02.08.01	Honigertrag bei Abernten nach Sonnenblume	Differenz aus Honigertrag und Nettogewichtszunahme
Versuchsvölker	5,3 kg ( $\pm 0,6$ )	5,3 kg ( $\pm 0,6$ )	6,1 kg ( $\pm 2,2$ )	0,8 kg ( $\pm 0,8$ )
Kontrollvölker	10,0 kg ( $\pm 1,6$ )	10,0 kg ( $\pm 1,6$ )	12,5 kg ( $\pm 1,1$ )	2,5 kg ( $\pm 1,0$ )
<b>Diff. Vorrat</b>				<b>1,7 kg</b>



**Abb. 50:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker auf den Honigertrag der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern im Versuchs- und darauf folgenden Jahr. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 19.06. + 29.06.2001, Vereinigung am 19.07.2001 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Desweiteren konnten von den Ablegern der Versuchsvölker vor Beginn der *Varroa*-Behandlung mit Ameisensäure insgesamt 38 kg Honig geerntet werden (3,8 kg/Volk), den sie offenbar im wesentlichen aus der Sommertracht selbst eingetragen hatten. Daraus ergibt sich ein korrigierter Honigertrag von 30,4 kg bei den Versuchs- und 28,0 kg bei den Kontrollvölkern, was einem tatsächlichen Mehrertrag von 9 % gleichkommt (n.s.).

Ähnlich positiv wie die Nettogewichtszunahme in der **Rapstracht des Folgejahres** (2002) stellte sich auch die Honigernte aus dieser Tracht dar. Während von den überlebenden 5 Versuchsvölkern im Mittel 20,5 kg ( $\pm 4,6$ ) geerntet werden konnten, waren es bei den 11 Kontrollvölkern nur 18,6 kg ( $\pm 4,3$ ; t-Test n.s.) (Abb. 50).

Zwar ist der Gesamtertrag aus der Versuchsgruppe mit ursprünglich 10 Versuchsvölkern, die infolge der Vereinigung auf 5 reduziert wurde und vollständig überlebte, aufgrund der reduzierten Völkerzahl im Folgejahr deutlich geringer als jener der Kontrollgruppe. Unter wirtschaftlichem Aspekt ist jedoch zu berücksichtigen, dass im Gegensatz zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern aus den ursprünglich 10 Versuchsvölkern über die Sammelbrutableger 12 **Jungvölker** (=120 %) aufgebaut werden konnten. Hierfür waren jedoch entsprechende Böden und Deckel erforderlich, während die benötigten Zargen infolge der Einengung der Muttervölker verfügbar waren. Die Jungvölker blieben mit einem mittleren Ertrag von 16,3 kg ( $\pm 1,3$ ) aus der **Rapstracht des Folgejahres** (2002) sowohl unterhalb der Versuchs- als auch der Kontrollvölker (n.s.).

#### **3.5.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers**

Die Versuchsvölker (n=10) brachten mit 64,1 kg **Honig/Volk** ( $\pm 3,3$ ) einen um 4 % höheren Ertrag als die Kontrollvölker (n=10) mit 61,8 kg ( $\pm 6,2$ ) (Abb. 51). Dieser geringe Vorteil hebt die Versuchsvölker jedoch keinesfalls signifikant von den Kontrollvölkern ab (t-Test n.s.).

Im Gegensatz zu den Vorjahren brachten beide Gruppen aus allen Trachten nahezu übereinstimmende Erträge. Die Versuchsvölker waren offenbar jederzeit in der Lage die Tracht voll zu nutzen.

Folgende Erträge wurden ermittelt:

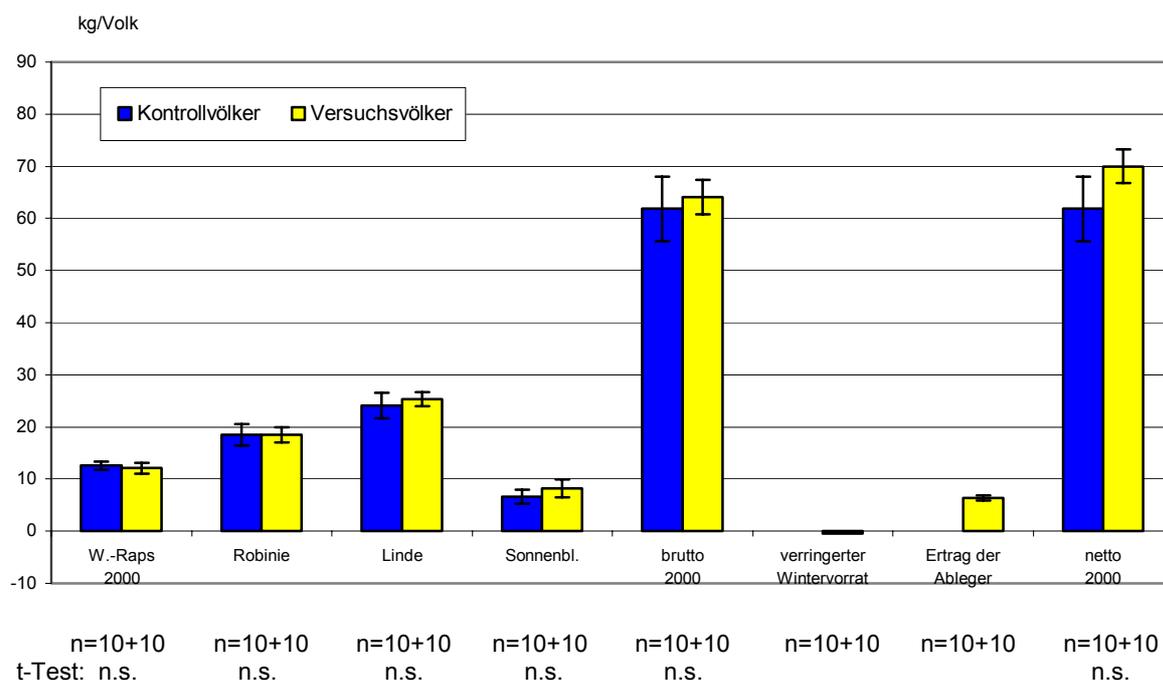
Rapstracht:	Versuchsvölker 12,1 kg ( $\pm 1,0$ ), Kontrollvölker 12,6 kg ( $\pm 0,8$ ; n.s.),
Robinientracht:	Versuchsvölker 18,5 kg ( $\pm 1,5$ ), Kontrollvölker 18,5 kg ( $\pm 2,1$ ; n.s.),
Lindentracht:	Versuchsvölker 25,3 kg ( $\pm 1,4$ ), Kontrollvölker 24,1 kg ( $\pm 2,4$ ; n.s.),
Sonnenblumentracht:	Versuchsvölker 8,2 kg ( $\pm 1,7$ ), Kontrollvölker 6,6 kg ( $\pm 1,3$ ; n.s.).

Trotz nahezu vollkommener Übereinstimmung spiegelt der Honigertrag die Honigleistung der Kontroll- und Versuchsvölker nicht völlig korrekt wieder. Während 80 % der Versuchsvölker auf 2 Zargen eingewintert wurden, waren es bei den Kontrollvölkern 90 %. Die restlichen Völker wurden aufgrund der geringeren Volksstärke auf einer Zarge eingewintert. Einzargig eingewinterten Völkern verblieb ein geringerer Wintervorrat, was ihrem Honigertrag zugute

kam. Trotz des geringfügig unterschiedlichen Verhältnisses zweizargig zu einzargig eingewinterter Versuch- und Kontrollvölker ist auf Basis der Nettogewichtszunahme eine Korrektur des Honigertrags angebracht (Tab. 12).

**Tab. 12: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 02.06. und 12.06.2000 mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers am 30.06.2000: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag** infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte bei den Versuchs- und Kontrollvölkern 2000

	Bruttogewichtszunahme in der Sonnenblume 30.06.-13.07.00	Nettogewichtszunahme in der Sonnenblume 30.06.-27.07.00	Honigertrag bei Abernten nach Sonnenblume	Differenz aus Honigertrag und Nettogewichtszunahme
Versuchsvölker	6,4 kg ( $\pm 1,1$ )	2,4 kg ( $\pm 1,4$ )	8,2 kg ( $\pm 1,7$ )	5,8 kg ( $\pm 0,9$ )
Kontrollvölker	4,7 kg ( $\pm 1,3$ )	1,3 kg ( $\pm 1,7$ )	6,6 kg ( $\pm 1,3$ )	5,3 kg ( $\pm 0,9$ )
<b>Diff. Vorrat</b>				<b>0,5 kg</b>



**Abb. 51: Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers auf den Honigertrag der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern.** Versuchsjahr 2000, Brutentnahme am 02.06. + 12.06.2000, Rückvereinigung am 30.06.2000 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Von den Versuchsvölkern wurden nach der letzten Tracht (Sonnenblume) lt. Tabelle 12 im Vergleich zu den Kontrollvölkern infolge der Anpassung der Raumgröße des Wintersitzes an die Volksstärke (s. 3.1.4.) durchschnittlich 0,5 kg Honig mehr geerntet, als Zunahmen in der Tracht zu verzeichnen waren. Dieser Wert ist vom (Brutto-) Ertrag der Versuchsvölker

abzuziehen. Andererseits konnte von den Ablegern aus der ersten Schröpfung der Versuchsvölker unmittelbar vor ihrer Rückvereinigung insgesamt 64,2 kg Honig geerntet werden. Das entspricht 6,4 kg je Ableger und Versuchsvolk. Daraus ergibt sich ein korrigierter Honigertrag von 70,0 kg bei den Versuchs- und 61,8 kg bei den Kontrollvölkern, was einem (nicht signifikanten) Mehrertrag von 13 % gleichkommt. Dies entspricht der Differenz, welche durch die Nettogewichtszunahmen beider Gruppen ausgewiesen wird (11 %).

Weil die überlebenden Völker im Folgejahr nicht gemeinsam in die Rapstracht gewandert wurden, ist eine Aussage über den entsprechenden Ertrag nicht möglich.

Bei der Ernte des Robinienhonigs 2000 wurden die Honigräume der einzelnen Völker getrennt voneinander geschleudert, um mit Hilfe des Parameters Wassergehalt die **Honigqualität** beurteilen zu können. Bei den Versuchsvölkern wies der Robinienhonig einen mittleren Wassergehalt von 16,5 % ( $\pm 0,4$ ) auf. Bei den Kontrollvölkern wurden im Mittel 16,3 % ( $\pm 0,2$ ) gemessen. Wenn die Versuchsvölker im betreffenden Jahr auch erst nach der Robinienhonigernte geschröpft wurden und die Daten somit keine Relevanz bezüglich der Fragestellung nach dem Einfluss der Schröpfung der Völker haben, so dokumentieren sie dennoch eine Völkerführung, die auf eine hohe Honigqualität orientiert ist. Daten zum Honig aus den anderen Trachten liegen nicht vor; Hinweise auf schröpfungsbedingte Probleme bezüglich der Honigqualität ergaben sich aber nicht.

### **3.5.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers**

#### Versuchsjahr 1

Die Versuchsvölker (n=12) brachten mit 61,5 kg **Honig/Volk** ( $\pm 16,9$ ) einen um 22 % geringeren Ertrag als die Kontrollvölker (n=12) mit 78,4 kg ( $\pm 23,8$ ), was sich jedoch nicht als signifikanter Unterschied darstellte (t-Test n.s.) (Abb. 52). Schon in der Rapstracht war der Ertrag der Versuchsvölker (18,6 kg  $\pm 2,1$ ) tendenziell etwas geringer als bei den Kontrollvölkern (21,4 kg  $\pm 1,9$ ;  $P > 0,05$ ). Dies ist dadurch verursacht, dass sich auf den Brutwaben nur kleine Honigecken befanden und deshalb schleuderbare Honigwaben als Vorrat mit in die Ableger gegeben werden mussten.

Entscheidend beeinflusst wurde jedoch der Unterschied im Ertrag beider Gruppen durch die geringere Nutzung der Robinientracht (17,6 kg  $\pm 1,8$  statt 24,6 kg  $\pm 2,4$ ; t-Test  $P < 0,05$ ) und ganz besonders der Lindentracht (11,9 kg  $\pm 1,0$  statt 20,00 kg  $\pm 2,6$ ; t-Test  $P < 0,01$ ) seitens der

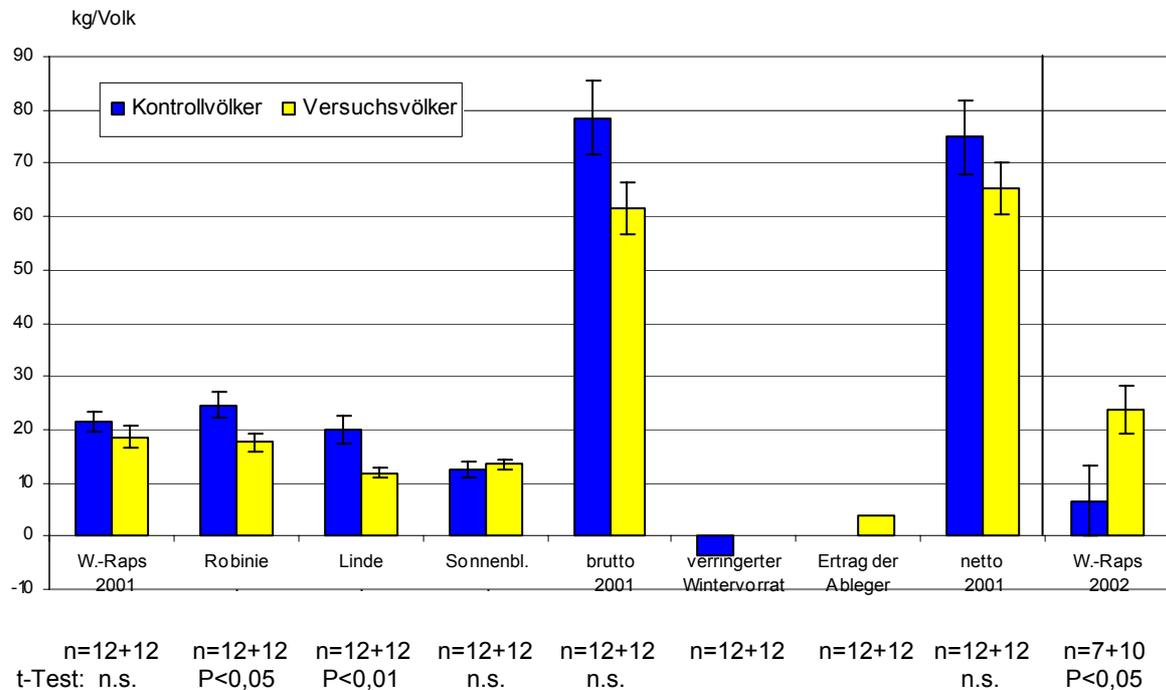
Versuchsvölker. Warum die Versuchsvölker die Robinientracht, die sich unmittelbar an die 1. Schröpfung anschloss, im Gegensatz zur vergleichbaren Trachtnutzung in den Vorjahren schlechter ausbeuteten als die Kontrollvölker, ist gegenwärtig unklar. Die unmittelbar vor der 1. Schröpfung ermittelte Volksstärke und das dabei festgestellte Bienen-Brut-Verhältnis geben darüber keinen Aufschluss. Abweichungen zu den Versuchen in den Vorjahren sind nicht erkennbar. Die während der Robinientracht erfolgte zweite Schröpfung bezog sich ausschließlich auf bienenfreie Brut. Die daraus schlüpfenden Bienen hätten keinen Beitrag zur Nutzung der Robinientracht leisten können. Aufgrund lang anhaltender ungünstiger Witterung während der Brunstphase der sich in den Ablegern befindenden jungen Königinnen kam es zu deutlichen Verzögerungen bei der Begattung der Weiseln oder gar zu Weisellosigkeit. Dies führte augenscheinlich zu einer Schwächung der Ableger und verzögerte den ersten Brutsatz sowie die Rückvereinigung mit den Muttervölkern. Dadurch bedingt fiel die Nutzung der Lindentracht schlechter aus, als zu erwarten war. Erst in der Sonnenblumentracht konnten die Versuchsvölker einen Teil des bisherigen Minderertrages wieder ausgleichen. Hier wurden von den Versuchsvölkern 13,4 kg ( $\pm 1,0$ ) und von den Kontrollvölkern 12,5 kg ( $\pm 1,4$ ; n.s.) geerntet.

Insgesamt wirft der Honigertrag der Kontrollvölker ein falsches Bild auf das Leistungspotential der Versuchsvölker. Während 92 % der Versuchsvölker auf 2 Zargen eingewintert wurden, waren es bei den Kontrollvölkern nur 25 %. Die restlichen Völker wurden aufgrund der geringeren Volksstärke auf einer Zarge eingewintert. Hiermit war verbunden, dass den Kontrollvölkern ein geringerer Wintervorrat belassen wurde, was ungerechtfertigt ihrem Honigertrag zugute kommt. Dies lässt sich anhand des Vergleichs der Nettogewichtszunahme in der Sonnenblumentracht und der anschließenden Honigernte leicht nachweisen (Tab. 13).

**Tab. 13: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 29.05. und 07.06.2001 mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers in 2 Schritten ab 28.06.2001: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte bei den Versuchs- und Kontrollvölkern 2001**

	Bruttogewichtszunahme in der Sonnenblume 16.07.-02.08.01	Nettogewichtszunahme in der Sonnenblume 16.07.-20.08.01	Honigertrag bei Abernten nach Sonnenblume	Differenz aus Honigertrag und Nettogewichtszunahme
Versuchsvölker	12,8 kg ( $\pm 1,2$ )	9,3 kg ( $\pm 1,2$ )	13,4 kg ( $\pm 1,0$ )	4,2 kg ( $\pm 1,1$ )
Kontrollvölker	8,5 kg ( $\pm 2,1$ )	4,8 kg ( $\pm 1,9$ )	12,5 kg ( $\pm 1,4$ )	7,7 kg ( $\pm 1,0$ )
<b>Diff. Vorrat</b>				<b>3,5 kg</b>

Von den Kontrollvölkern wurden nach der letzten Tracht (Sonnenblume) lt. Tabelle 13 im Vergleich zu den Versuchsvölkern infolge der Anpassung der Raumgröße für den Wintersitz an die geringere mittlere Volksstärke (s. 3.1.5.) durchschnittlich 3,5 kg Honig mehr geerntet, als Zunahmen in der Tracht zu verzeichnen waren. Dieser Wert ist vom (Brutto-) Ertrag der Kontrollvölker abziehen.



**Abb. 52:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers auf den Honigertrag der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern im Versuchs- und Folgejahr.  
1. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 29.05. + 07.06.2001, Rückvereinigung in 2 Schritten ab 28.06.2001 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).

Desweiteren konnten von den Ablegern aus der ersten Schröpfung der Versuchsvölker unmittelbar vor ihrer Rückvereinigung insgesamt 46,8 kg Honig geerntet werden, also 3,9 kg/Volk. Dieser Honig stammte offenbar überwiegend aus den Honigvorräten, die die Ableger bei ihrer Erstellung nach der Rapstracht erhielten. Daraus ergibt sich ein korrigierter Honigertrag von 65,4 kg bei den Versuchs- und 74,9 kg bei den Kontrollvölkern, was einem (nicht signifikanten) Ertragsverlust von 13 % gleichkommt. Dies entspricht der Differenz, welche durch die Nettogewichtszunahmen beider Gruppen ausgewiesen wird (12 %).

Ähnlich positiv wie die Nettogewichtszunahme in der **Rapstracht des Folgejahres** (2002, s. 3.4.5.) stellte sich auch die Honigernte aus dieser Tracht dar. Während von den überlebenden 10 Versuchsvölkern im Mittel 23,6 kg ( $\pm 4,5$ ) geerntet werden konnten, waren es bei den 7 Kontrollvölkern nur 6,5 ( $\pm 6,5$ ; t-Test  $P < 0,05$ ) (Abb. 52). Die im Vergleich zur Nettogewichtszunahme noch größere Differenz ist darauf zurückzuführen, dass nur eines der

Kontrollvölker honigraumreif wurde und bei den anderen Völkern die Ernte aus dem Brutraum mangels separater Einlagerung nicht durchführbar war.

Unter wirtschaftlichem Aspekt ist weiterhin zu berücksichtigen, dass im Gegensatz zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern aus den 12 Versuchsvölkern über die Sammelbrutableger 6 Jungvölker (=50 %) aufgebaut werden konnten. Nur für diese war ein Vorrat an kompletten Beuten erforderlich. Für die mit den Muttervölkern rückvereinigten Ableger traf das nur auf einen separaten Boden und Deckel zu, wobei als Boden auch das milbendichte Gitter, welches der schrittweisen Rückvereinigung diente, verwendet werden konnte. Zusätzliche Zargen wurden für diese Ableger nicht benötigt, da die Muttervölker bei der 1. Schröpfung um eine Zarge eingeengt wurden. Die Jungvölker lagen mit einem mittleren Ertrag von 11,9 kg ( $\pm 2,6$ ) aus der Rapstracht des Jahres 2002 zwischen den Versuchs- und Kontrollvölkern, wobei sie signifikant unter dem Ertrag der Versuchsvölker blieben (t-Test  $P < 0,05$ ).

Sowohl bei der Ernte des Raps- als auch des Sonnenblumenhonigs im Versuchsjahr 2001 wurden die Honigräume der einzelnen Völker getrennt voneinander geschleudert, um mit Hilfe des Parameters Wassergehalt die **Honigqualität** beurteilen zu können. Sowohl der Raps- als auch der Sonnenblumenhonig wies bei den Versuchsvölkern einen mittleren Wassergehalt von 16,7 % ( $\pm 0,1$  bzw.  $\pm 0,2$ ) auf. Bei den Kontrollvölkern wurde im Rapshonig ein Wassergehalt von 17,1 % ( $\pm 0,2$ ) und im Sonnenblumenhonig von 17,4 % ( $\pm 0,2$ ) ermittelt. Zwar gibt es keine Daten zum Honig aus der Robinien- und Lindentracht; Hinweise auf schröpfungsbedingte Probleme bezüglich der Honigqualität ergaben sich aber nicht.

## Versuchsjahr 2

Die Versuchsvölker ( $n=12$ ) brachten mit 53,0 kg **Honig/Volk** ( $\pm 7,1$ ) einen um 10 % geringeren Ertrag als die Kontrollvölker ( $n=12$ ) mit 59,2 kg ( $\pm 7,8$ ), was sich jedoch nicht als signifikanter Unterschied darstellte (t-Test n.s.) (Abb. 53).

Im Gegensatz zum Vorjahr brachten beide Gruppen sowohl aus der Rapstracht als auch aus der Robinientracht nahezu übereinstimmende Erträge. Die Lindentracht wurde von den Versuchsvölkern signifikant schlechter genutzt als von den Kontrollvölkern, während die Sonnenblumentracht versagte und daher kaum Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit der Völker zulässt.

Folgende Erträge wurden ermittelt:

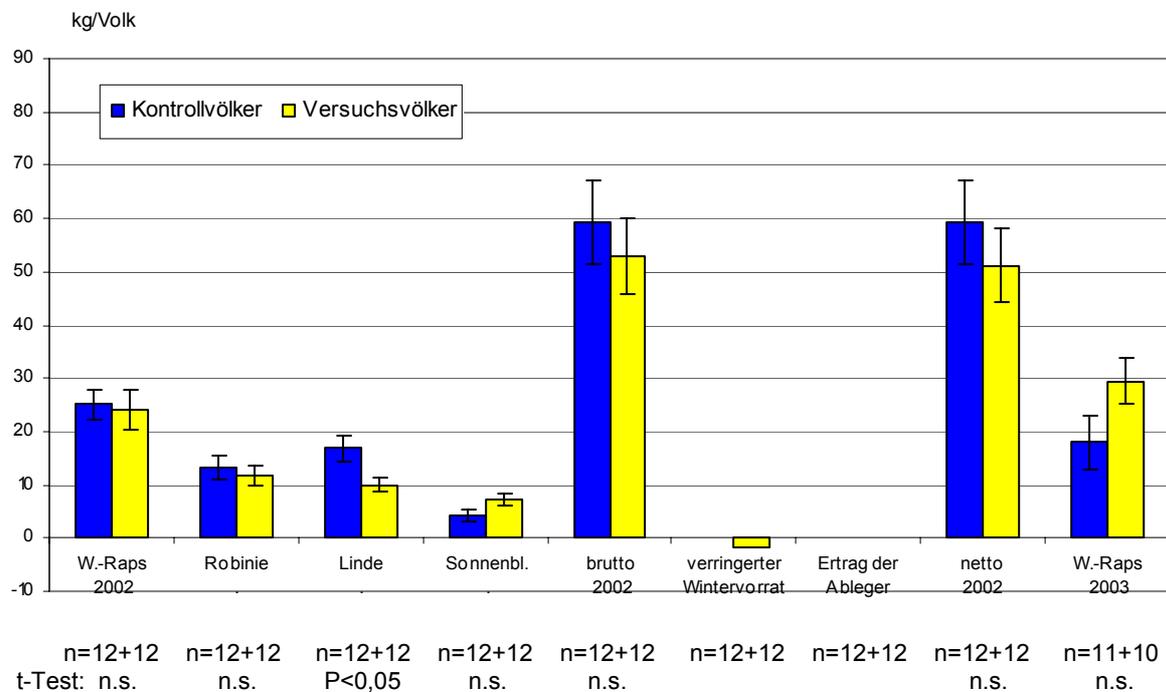
Rapstracht: Versuchsvölker 24,1 kg ( $\pm 3,7$ ), Kontrollvölker 25,0 kg ( $\pm 3,0$ ; n.s.),  
Robinientracht: Versuchsvölker 11,8 kg ( $\pm 1,9$ ), Kontrollvölker 13,2 kg ( $\pm 2,4$ ; n.s.),

Lindentracht: Versuchsvölker 9,9 kg ( $\pm 1,3$ ), Kontrollvölker 16,8 kg ( $\pm 2,5$ ;  $P < 0,05$ ),  
 Sonnenblumentracht: Versuchsvölker 7,3 kg ( $\pm 1,2$ ), Kontrollvölker 4,1 kg ( $\pm 1,1$ ; n.s.).

Insgesamt spiegelt der Honigertrag die Honigleistung der Kontroll- und Versuchsvölker nicht völlig korrekt wieder. Während 92 % der Versuchsvölker auf 2 Zargen eingewintert wurden, waren es bei den Kontrollvölkern nur 58 %. Die restlichen Völker wurden aufgrund der geringeren Volksstärke auf einer Zarge eingewintert. Dennoch wurde den Versuchsvölkern offenbar ein geringerer Wintervorrat belassen (Tab. 14).

**Tab. 14: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 28.05. und 07.06.2002 mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers in 2 Schritten ab 18.06.2002: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte bei den Versuchs- und Kontrollvölkern 2002**

	Bruttogewichtszunahme in der Sonnenblume 10.07.-18.07.02	Nettogewichtszunahme in der Sonnenblume 10.07.-15.08.02	Honigertrag bei Abernten nach Sonnenblume	Differenz aus Honigertrag und Nettogewichtszunahme
Versuchsvölker	1,8 kg ( $\pm 0,5$ )	-3,3 kg ( $\pm 0,5$ )	7,3 kg ( $\pm 1,2$ )	10,6 kg ( $\pm 1,0$ )
Kontrollvölker	0,4 kg ( $\pm 0,5$ )	-4,7 kg ( $\pm 0,6$ )	4,1 kg ( $\pm 1,1$ )	8,8 kg ( $\pm 1,0$ )
<b>Diff. Vorrat</b>				<b>1,8 kg</b>



**Abb. 53: Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers auf den Honigertrag der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschöpften Kontrollvölkern im Versuchs- und Folgejahr. 2. Versuchsjahr 2002, Brutentnahme am 28.05. + 07.06.2002, Rückvereinigung in 2 Schritten ab 18.06.2002 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler).**

Von den Versuchsvölkern wurden nach der letzten Tracht (Sonnenblume) lt. Tabelle 14 im Vergleich zu den Versuchsvölkern durchschnittlich 1,8 kg Honig mehr geerntet, als Zunahmen in der Tracht zu verzeichnen waren. Dieser Wert ist vom (Brutto-) Ertrag der Versuchsvölker abzuziehen. Daraus ergibt sich ein korrigierter Honigertrag von 51,2 kg bei den Versuchsvölkern gegenüber dem Ertrag von 59,2 kg der Kontrollvölker, was einem (nicht signifikanten) Ertragsverlust bei den Versuchsvölkern gegenüber den Kontrollvölkern von 14 % gleichkommt. Dieser Wert liegt etwas über der Differenz, welche durch die Nettogewichtszunahmen beider Gruppen ausgewiesen wird (8 %), entspricht aber jenem der selben Versuchsanordnung des Vorjahres (13 %).

Von den Ablegern aus der ersten Schröpfung der Versuchsvölker konnte im Gegensatz zum Vorjahr kein Honig vor ihrer Rückvereinigung geerntet werden.

Ähnlich positiv wie die Nettogewichtszunahme in der **Rapstracht des Folgejahres** (2003) stellte sich auch die Honigernte aus dieser Tracht dar, wenn auch nicht signifikant. Während von den überlebenden 10 Versuchsvölkern im Mittel 29,5 kg ( $\pm 4,2$ ) geerntet werden konnten, waren es bei den 11 Kontrollvölkern nur 18,0 kg ( $\pm 5,0$ ; t-Test n.s.) (Abb. 53).

Die aus den 12 Versuchsvölkern über die **Sammelbrutableger** aufgebauten 6 Jungvölker (=50 %) brachten aus der **Rapstracht des Folgejahres (2003)** einen Ertrag von 24,3 kg ( $\pm 2,0$ ). Wie im vorangegangenen Versuch lag dieser Ertrag zwischen jenem der Versuchs- und der Kontrollgruppe, unterschied sich jedoch von keiner signifikant.

Sowohl bei der Ernte des Raps- als auch des Sonnenblumenhonigs im Versuchsjahr 2002 wurden die Honigräume der einzelnen Völker getrennt voneinander geschleudert, um mit Hilfe des Parameters Wassergehalt die **Honigqualität** beurteilen zu können. Bei den Versuchsvölkern wies der Rapshonig einen mittleren Wassergehalt von 17,4 % ( $\pm 0,2$ ) auf, der Sonnenblumenhonig 17,6 % ( $\pm 0,2$ ). Bei den Kontrollvölkern wurde im Rapshonig ein Wassergehalt von 17,1 % ( $\pm 0,2$ ) und im Sonnenblumenhonig von 17,7 % ( $\pm 0,2$ ) ermittelt. Daten zum Honig aus der Robinien- und Lindentracht liegen nicht vor; Hinweise auf schröpfungbedingte Probleme bezüglich der Honigqualität ergaben sich aber nicht.

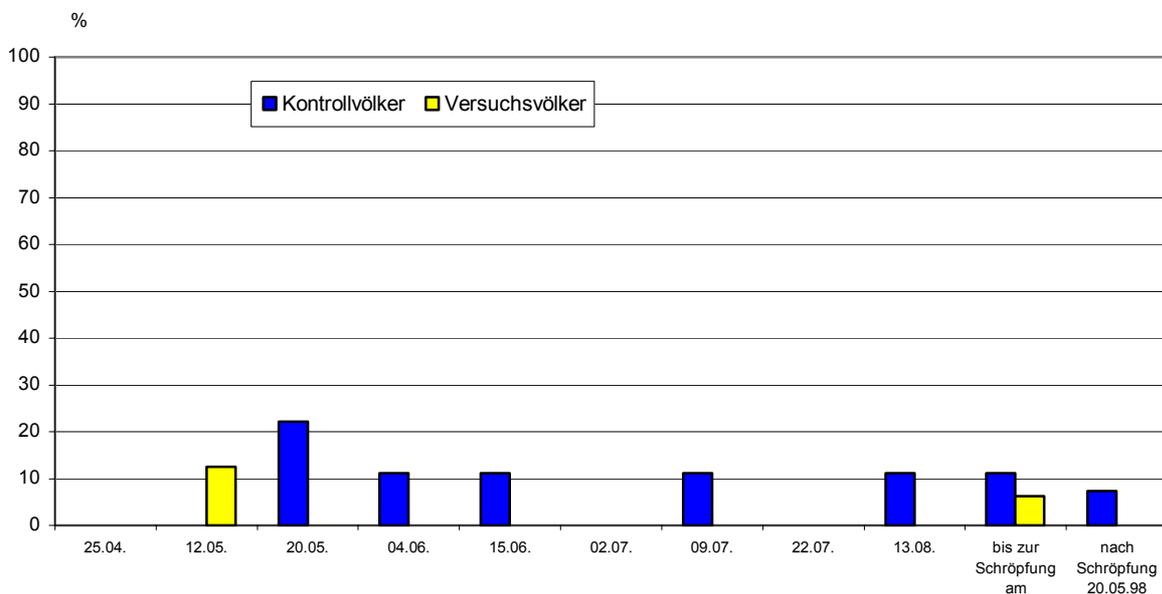
### 3.6. Entwicklung des Schwarmtriebes

#### 3.6.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut

##### Versuchsjahr 1 (Stand 1)

Generell war der Schwarmtrieb sehr gering ausgeprägt (Abb. 54). Zwar trat in der Versuchsgruppe während der Rapstracht bei einem Volk Schwarmtrieb auf (12,5 %), dieser verschwand jedoch nach einmaligem Ausbrechen der Weiselzellen und kam bei dieser Gruppe während der gesamten Saison nicht mehr zum Vorschein. Dagegen zeigte sich in der Kontrollgruppe am Ende der Rapstracht bei zwei Völkern Schwarmtrieb und trat nach dem Ausbrechen der Weiselzellen gelegentlich wieder auf. Der am Ende der Rapstracht mit 22 % höchste Wert wurde jedoch nie wieder erreicht oder gar überschritten.

In keiner der Gruppen konnten signifikante Veränderungen des Schwarmtriebes vor und nach dem Schröpfungstermin der Versuchsvölker festgestellt werden (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel jeweils n.s.), wobei in diese Berechnung sinnvollerweise nur die Kontrolltermine vom ersten bis zum letzten Auftreten des Schwarmtriebes eingingen.

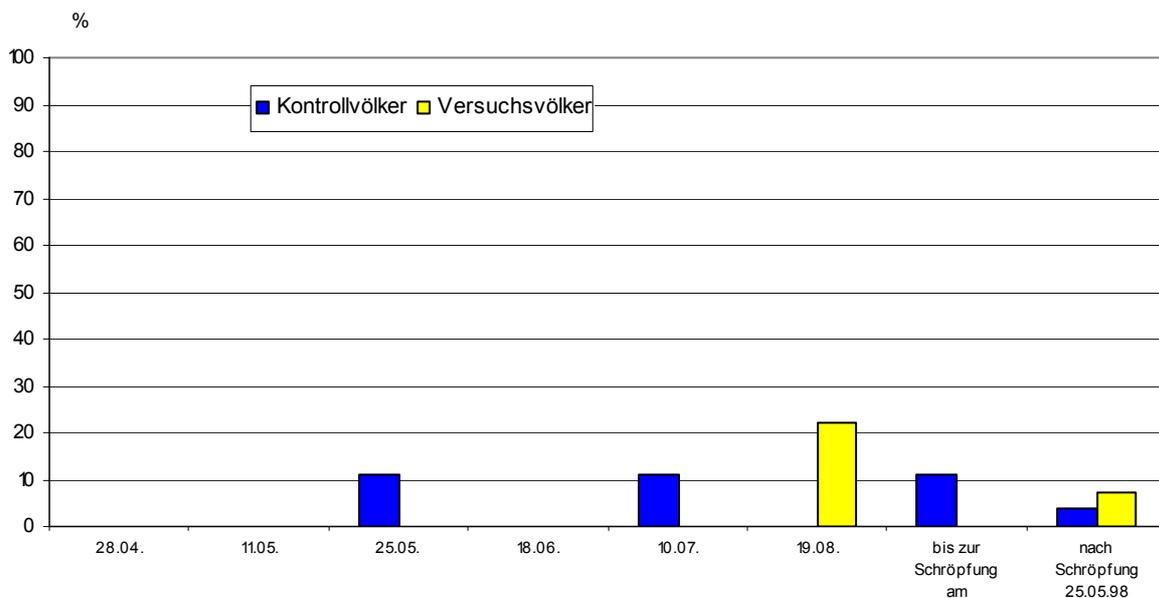


**Abb. 54:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Schwarmtrieb** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 1. Versuchsjahr 1998, Stand 1, Brutentnahme am 20.05.1998 (n=9+8, Mittelwerte für den Zeitraum 12.05. - 13.08.1998, d.h. ab Beginn bis Ende des Schwarmtriebes).

### Versuchsjahr 1 (Stand 2)

Ebenso wie am Stand 1 war der Schwarmtrieb sehr gering ausgeprägt (Abb. 55). Selbst in der (nicht geschröpften) Kontrollgruppe war nur am Ende der Rapstracht (25.05.1998) bei einem Volk Schwarmtrieb feststellbar und bei einem anderen am Ende der Lindentracht (10.07.1998), was einen jeweiligen Anteil von 11 % ausmacht. Bei den Versuchsvölkern waren erstmalig am 19.08.1998 Weiselzellen sichtbar. Bei diesen beiden Völkern dürfte es sich aber eher um Bemühungen zur stillen Umweiselung gehandelt haben, zumal jeweils nur eine Weiselzelle angesetzt worden war.

Innerhalb der der Gruppen konnten keine signifikante Veränderungen des Schwarmtriebes vor und nach dem Schröpfungstermin der Versuchsvölker festgestellt werden (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel jeweils n.s.). In diese Berechnung gingen sinnvollerweise nur die Kontrolltermine vom ersten bis zum letzten Auftreten des Schwarmtriebes ein.



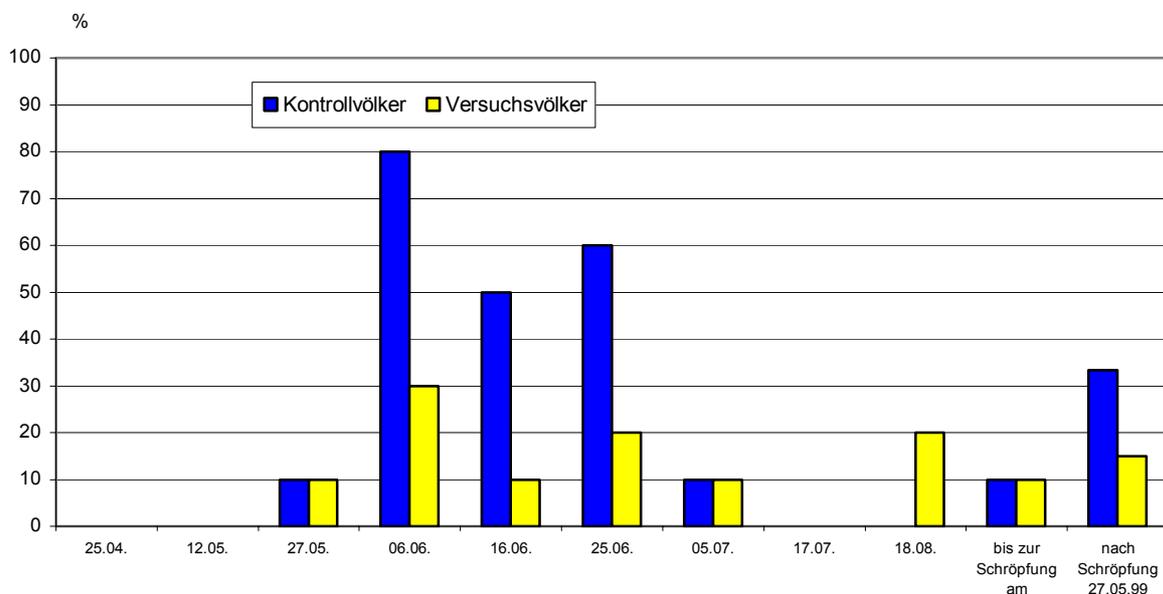
**Abb. 55:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Schwarmtrieb** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 1. Versuchsjahr 1998, Stand 2, Brutentnahme am 25.05.1998 (n=9+9, Mittelwerte für den Zeitraum 25.05. - 19.08.1998, d.h. ab Beginn bis Ende des Schwarmtriebes).

## Versuchsjahr 2

Während zu Beginn der Rapstracht erwartungsgemäß bei keinem Volk Anzeichen auf Schwarmtrieb festgestellt wurden, setzte er zum Ende dieser Tracht bei beiden Gruppen im gleichen Umfang ein, sodass am 27.05., dem Zeitpunkt der Schröpfung, jeweils 1 Volk, sprich 10 % der jeweiligen Gruppe, Schwarmzellen aufwies (Abb. 56).

Trotz des Ausbrechens der Schwarmzellen und stark einsetzender Robinientracht kam es in der Kontrollgruppe an den nachfolgenden Tagen zu einem extrem starken Anstieg des Schwarmtriebes auf 80% der Völker. Bei den Versuchsvölkern stieg er dagegen lediglich auf 30 %, um anschließend zwar auf deutlich geringerem Niveau aber dennoch länger anzuhalten als in der Kontrollgruppe. Somit zeigten nach der Schröpfung der Versuchsvölker pro Kontrolltermin noch 15 % dieser Völker Schwarmtrieb, bei den Kontrollvölkern waren es dagegen 33 %.

Innerhalb der der Gruppen konnten keine signifikante Veränderungen des Schwarmtriebes vor und nach dem Schröpfungstermin der Versuchsvölker festgestellt werden (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel jeweils n.s.), wobei in diese Berechnung sinnvollerweise nur die Kontrolltermine vom ersten bis zum letzten Auftreten des Schwarmtriebes eingingen.

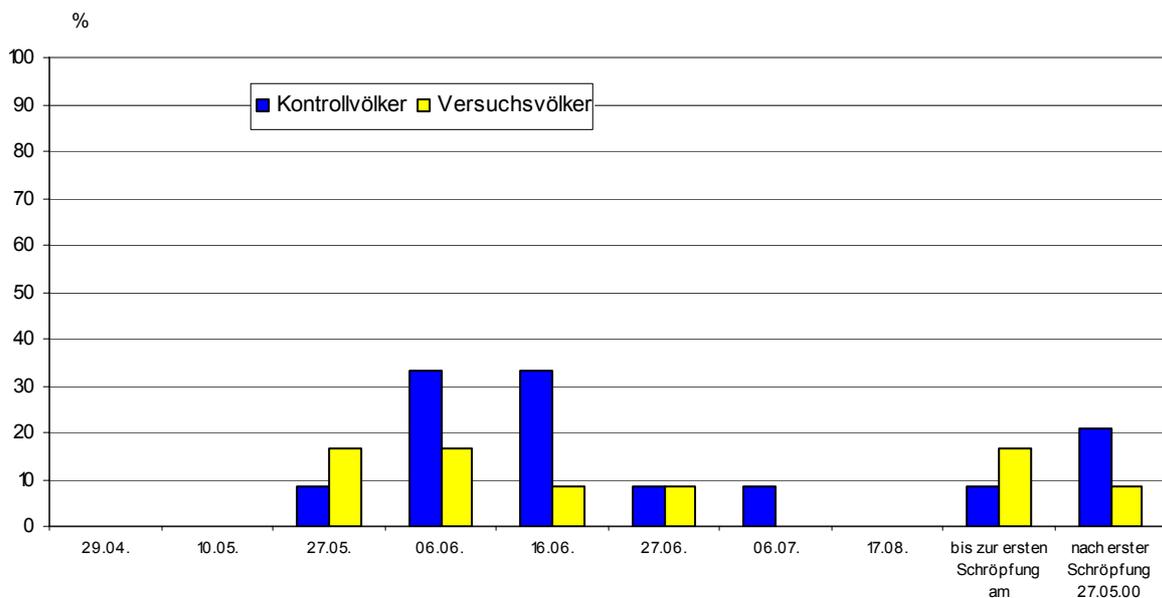


**Abb. 56:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Schwarmtrieb** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 2. Versuchsjahr 1999, Brutentnahme am 27.05.1999 (n=10+10, Mittelwerte für den Zeitraum 27.05. - 18.08.1999, d.h. ab Beginn bis Ende des Schwarmtriebes).

### 3.6.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut

Der Schwarmtrieb erwachte in beiden Gruppen erst gegen Trachtende des Winter-Rapses (Abb. 57). Zu diesem Zeitpunkt zeigten ihn 16,7 % der für die Versuchsgruppe vorgesehenen Völker und erst 8,3 % der für die Kontrollgruppe vorgesehenen. Während bei der Versuchsgruppe infolge der Schröpfung die Plateauphase erreicht war, stieg der Schwarmtrieb bei der Kontrollgruppe bis zur nächsten Schwarmkontrolle nach 10 Tagen auf 33,3 %, um dann länger anzuhalten als bei der Versuchsgruppe.

Innerhalb der der Gruppen konnten keine signifikanten Veränderungen des Schwarmtriebes vor und nach dem Schröpfungstermin der Versuchsvölker festgestellt werden (Exakter Chi<sup>2</sup>-Test von Mantel-Haenszel jeweils n.s.). In diese Berechnung gingen sinnvollerweise nur die Kontrolltermine vom ersten bis zum letzten Auftreten des Schwarmtriebes ein.

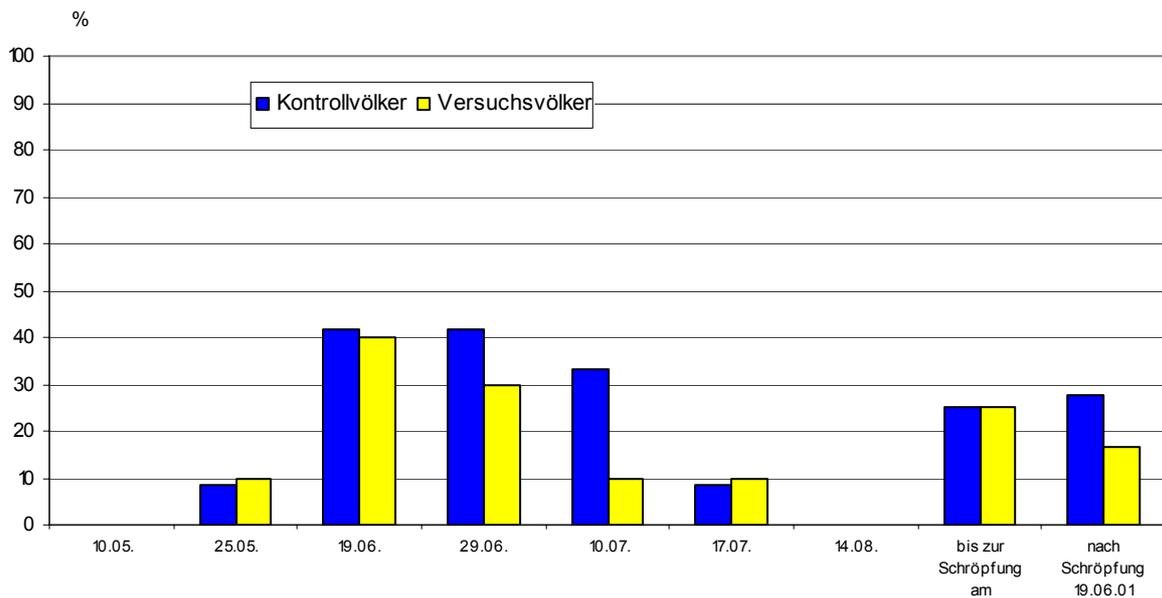


**Abb. 57:** Auswirkung der dreimaligen partiellen Entnahme der verdeckelten Brut auf den Schwarmtrieb der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2000, Brutentnahme zu je 1/3 am 27.05., 06.06. + 16.06.2000 (n=12+12, Mittelwerte für den Zeitraum 27.05. - 06.07.2000, d.h. ab Beginn bis Ende des Schwarmtriebes).

### 3.6.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker

Zu Beginn der Rapstracht zeigte keines der Völker Schwarmtrieb, was sich jedoch bald änderte (Abb. 58). Bei der 2 Wochen später erfolgenden Kontrolle wiesen je ein Volk der künftigen Versuchs- und der Kontrollgruppe Schwarmzellen auf (10 bzw. 8,3 %) (Abb. 58). Nach einmaligem Ausbrechen dieser Weiselzellen wurde aufgrund der Trachtsituation und der Volksentwicklung für weitere 3½ Wochen auf weitere Kontrollen verzichtet. Zum Termin der Schröpfung der Versuchsvölker am 19.06. wiesen in dieser Gruppe 40 % der Völker Schwarmtrieb auf, in der Kontrollgruppe 41,7 %. Infolge der zweimaligen Schröpfung ging der Schwarmtrieb in der Versuchsgruppe augenscheinlich schneller zurück als in der Kontrollgruppe, verschwand aber zunächst nicht völlig.

Innerhalb der der Gruppen konnten keine signifikante Veränderungen des Schwarmtriebes vor und nach dem Schröpfungstermin der Versuchsvölker festgestellt werden (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel jeweils n.s.), wobei in die Berechnung sinnvollerweise nur die Kontrolltermine vom ersten bis zum letzten Auftreten des Schwarmtriebes eingingen.



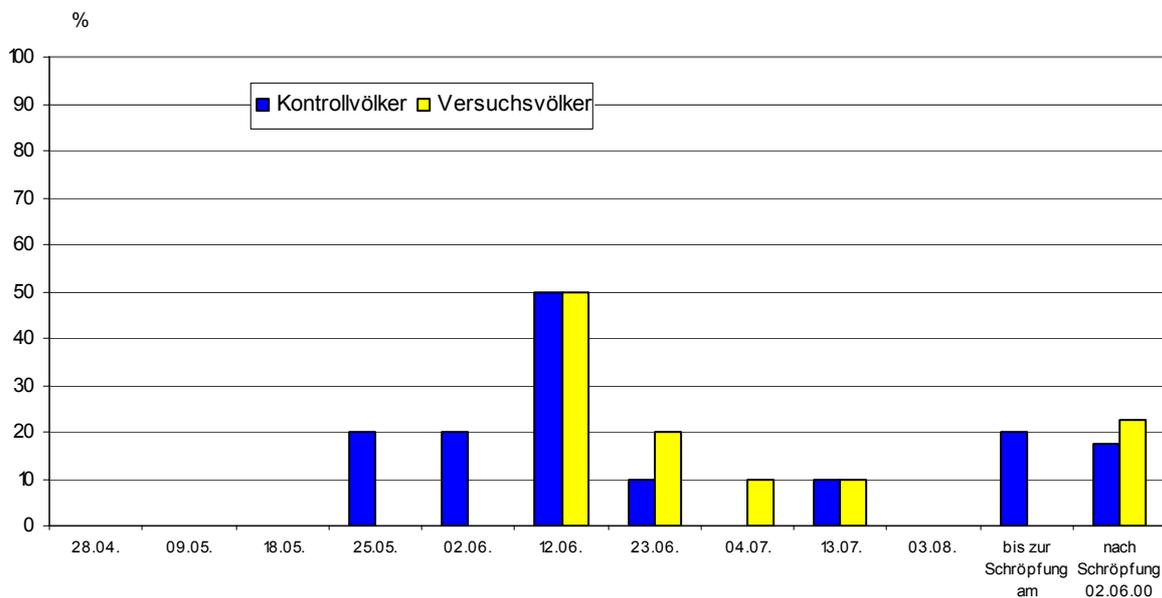
**Abb. 58:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker auf den Schwarmtrieb der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 19.06. + 29.06.2001 (n=12+10, Mittelwerte für den Zeitraum 25.05. - 17.07.2001, d.h. ab Beginn bis Ende des Schwarmtriebes).

### 3.6.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers

Im Laufe der gesamten, aber kurzen und eher mäßigen Rapstracht zeigte keines der Völker Schwarmtrieb (Abb. 59). Erst gegen Ende der Robinientracht sind 2 der als Kontrollvölker vorgesehenen Einheiten betroffen. Zehn Tage nach der ersten Schröpfung der Versuchsvölker waren sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe 50 % der Völker vom Schwarmtrieb erfasst. Dieser hielt bei den Versuchsvölkern trotz wiederholtem Schröpfen und mehrfachem Ausbrechen der Weiselzellen unerwartet etwas stärker an, als bei den Kontrollvölkern, um erst nach Ende der Sonnenblumentracht völlig zu erlöschen.

Während bis zur Schröpfung am 02.06.2000 keines der Versuchsvölker Scharmtrieb zeigte, waren es nach der Schröpfung nur 22,5 % pro Kontrolltermin. Bei den Kontrollvölker waren es dagegen bis zum Termin der Schröpfung 20,0 %, um danach auf nur 17,5 % zu fallen.

Innerhalb der der Versuchsgruppe stieg der Schwarmtrieb entgegen den Erwartungen nach der Schröpfung an (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel  $P < 0,05$ ). In der Kontrollgruppe war dies nicht der Fall. In diese Berechnung gingen sinnvollerweise nur die Kontrolltermine vom ersten bis zum letzten Auftreten des Schwarmtriebes ein.



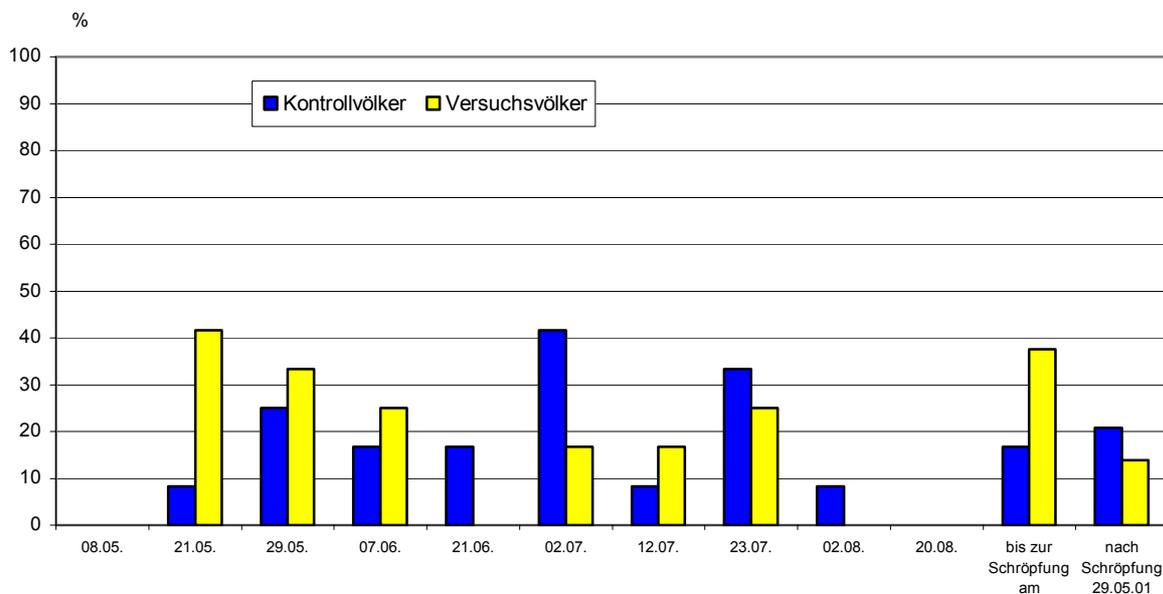
**Abb. 59:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers auf den Schwarmtrieb der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. Versuchsjahr 2000, Brutentnahme am 02.06. + 12.06.2000, Rückvereinigung am 30.06.2000 (n=10+10, Mittelwerte für den Zeitraum 25.05. - 13.07.2000, d.h. ab Beginn bis Ende des Schwarmtriebes).

### 3.6.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers

#### Versuchsjahr 1

Während zu Beginn der Rapstracht erwartungsgemäß bei keinem Volk Schwarmtrieb zu verzeichnen war, zeigten ihn 2 Wochen später bereits 41,7 % der für die Versuchsgruppe vorgesehenen Völker, aber nur 8,3 % der für die Kontrollgruppe vorgesehenen (Abb. 60). Nach einmaligem Ausbrechen der Weiselzellen ging der Schwarmtrieb bei ersteren leicht zurück, während er bei letzteren leicht anstieg. Infolge der Schröpfung kehrte sich das Verhältnis des Schwarmtriebes beider Gruppen um. Mit Beginn der Robinientracht ging jedoch zunächst auch bei den Kontrollvölkern der Schwarmtrieb leicht zurück. Während bis zur ersten Schröpfung am 29.05.2001 pro Kontrolle 37,5 % der Versuchsvölker Schwarmtrieb zeigten, waren es nach dieser Schröpfung nur noch 13,9 % pro Kontrolltermin. Bei den Kontrollvölkern waren es dagegen bis zum Termin der ersten Schröpfung 16,7 %, um danach auf 20,8 % anzusteigen.

Innerhalb der der Gruppen konnten keine signifikante Veränderungen des Schwarmtriebes vor und nach dem Schröpfungstermin der Versuchsvölker festgestellt werden (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel jeweils n.s.), wobei in diese Berechnung sinnvollerweise nur die Kontrolltermine vom ersten bis zum letzten Auftreten des Schwarmtriebes eingingen.

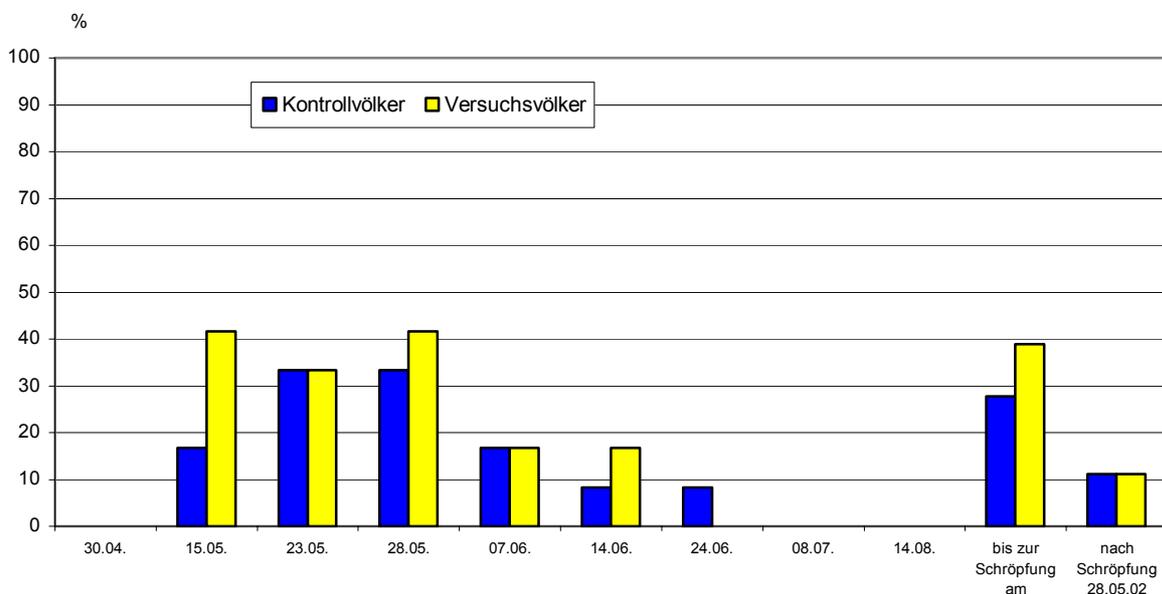


**Abb. 60:** Auswirkung der **zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers** auf den **Schwarmtrieb** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern.  
1. Versuchsjahr 2001, Brutentnahme am 29.05. + 07.06.2001, Rückvereinigung in 2 Schritten ab 28.06.2001 (n=12+12, Mittelwerte für den Zeitraum 21.05. – 02.08.2001, d.h. ab Beginn bis Ende des Schwarmtriebes).

## Versuchsjahr 2

Erwartungsgemäß war im Versuchsjahr 2002 zu Beginn der Rapstracht wiederum bei keinem Volk Schwarmtrieb zu verzeichnen. Bei der 2 Wochen später erfolgenden Kontrolle war das jedoch bereits bei 41,7 % der für die Versuchsgruppe vorgesehenen Völker, aber nur 16,7 % der für die Kontrollgruppe vorgesehenen der Fall (Abb. 61). Nach einmaligem Ausbrechen der Weiselzellen ging der Schwarmtrieb bei ersteren leicht zurück, während er bei den Kontrollvölkern weiter anstieg. Infolge der Schröpfung ging der Schwarmtrieb der Versuchsvölker etwas stärker zurück als bei den Kontrollvölkern. Der größere Effekt scheint jedoch auf die Nutzung der Robinientracht zurückzuführen zu sein. Während bis zur Schröpfung am 28.05.2002 pro Kontrolle 38,9 % der Versuchsvölker Scharmtrieb zeigten, waren es nach der Schröpfung nur noch 11,1 % pro Kontrolltermin. Bei den Kontrollvölker waren es dagegen bis zum Termin der Schröpfung 27,8 %, um danach ebenfalls auf 11,1 % abzusinken.

Innerhalb der der Gruppen konnten keine signifikante Veränderungen des Schwarmtriebs vor und nach dem Schröpfungstermin der Versuchsvölker festgestellt werden (Exakter  $\chi^2$ -Test von Mantel-Haenszel jeweils n.s.), wobei in diese Berechnung sinnvollerweise nur die Kontrolltermine vom ersten bis zum letzten Auftreten des Schwarmtriebes eingingen. In beiden Gruppen erwachte der Schwarmtrieb zeitig, erlosch aber auch vergleichsweise früh.



**Abb. 61:** Auswirkung der zweimaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers auf den Schwarmtrieb der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern.  
2. Versuchsjahr 2002, Brutentnahme am 28.05. + 07.06.2002, Rückvereinigung in 2 Schritten ab 18.06.2002 (n=12+12, Mittelwerte für den Zeitraum 15.05. – 24.06.2002, d.h. ab Beginn bis Ende des Schwarmtriebes).

### 3.7. Arbeitszeitaufwand

#### 3.7.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut

Bei dieser Versuchsvariante, erfolgte noch keine Messung der aufgewandten Arbeitszeit.

#### 3.7.2. Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut

Zusätzlich zu den ohnehin erforderlichen Arbeiten, wie Erweiterung der Völker, Schwarmkontrollen, Honigernten und Vorbereitung der Völker auf die nächste Tracht unter dem Aspekt der Sortenhoniggewinnung, erfolgten bei den Versuchsvölkern drei Schröpfungen im Abstand von 10 Tagen, bei denen jeweils 1/3 der vorhandenen Brut entnommen wurde. Diese Schröpfungen wurden mit der Ernte des Honigs aus dem Winter-Raps und der dabei anstehenden Schwarmkontrolle begonnen und anlässlich der nachfolgenden Schwarmkontrollen fortgesetzt. Durch diese Integration der versuchsbedingten Arbeiten in die Betreuung der Völker konnte der dafür erforderliche Aufwand minimiert werden (Tab. 15).

**Tab. 15: Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut am 27.05., 06.06., 16.06.2000 (je 1/3): Netto-Arbeitszeit / Volk 2000 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler)**

Netto-Arbeitszeit 2000				
Datum	Arbeitsschritte	versuchsbedingte Arbeiten	Kontrollvölker min/Volk	Versuchsvölker min/Volk
29.04.	Vorbereitung auf die Rapstracht		14	14
04.05.	Erweiterung		1	1
10.05.	Schwarmkontrolle		5	5
17.05.	Erweiterung		1	1
27.05.	Honigernte Raps; Schwarmkontrolle; 1. Schröpfung Versuchsvölker	1.	13	13
06.06.	Schwarmkontrolle; 2. Schröpfung Versuchsvölker	2.	8	11
16.06.	Schwarmkontrolle; 3. Schröpfung Versuchsvölker	3.	11	8
27.06.	Honigernte Sommer-Raps; Schwarmkontrolle		15	9
06.07.	Schwarmkontrolle		9	7
17.08.	Honigernte Sonnenblume; Einrichten des Wintersitzes		13	12
	Summe		90 ( $\pm 6$ )	81 ( $\pm 4$ )

Bei den Kontrollvölkern waren durch ihren stärker anhaltenden Schwarmtrieb aufwendigere Schwarmkontrollen und Brutdistanzierungen erforderlich, um das Abschwärmen zu vermeiden. Bei den Versuchsvölkern war nach der Schröpfung und überwiegend befristeter Einengung des Brutraumes oft nur eine Brutzarge zu kontrollieren. Zudem verfügten diese Völker in der Sonnenblumen-Tracht größtenteils über keinen Honigraum, der somit nicht bewegt, aber auch nicht beerntet werden brauchte. Daraus resultieren 81 min ( $\pm 4$ ; n=12 Völker) pro Versuchsvolk gegenüber 90 min ( $\pm 6$ ; n=12 Völker) pro Kontrollvolk (t-Test n.s.). Hinzu kommt der hier nicht berücksichtigte Aufwand für die Bearbeitung der aus den Versuchsvölkern gebildeten Ableger, der jedoch nach dem Höhepunkt des Schwarmtriebes anfällt und zu einem erheblichen Mehrwert führt.

Insgesamt liegt der Arbeitszeitaufwand in beiden Gruppen relativ niedrig. Als Ursache kann das zu Versuchsbeginn festgestellte geringe Leistungspotential der Völker angesehen werden.

### **3.7.3. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker**

Neben den ohnehin erforderlichen Arbeiten, wie Erweiterung der Völker, Schwarmkontrollen, Honigernten und Vorbereitung der Völker auf die nächste Tracht unter dem Aspekt der Sortenhoniggewinnung, fielen bei den Versuchsvölkern drei versuchsbedingte Arbeitsschritte an:

- erste Schröpfung der Völker,
- zweite Schröpfung der Völker,
- Vereinigung von jeweils zwei Muttervölkern.

Durch die weitgehende Integration dieser versuchsbedingten Arbeiten in die Betreuung der Völker konnte der dafür erforderliche Aufwand minimiert werden (Tab. 16). Die Schröpfung wurde mit der Ernte des Rapshonigs bzw. den anstehenden Schwarmkontrollen kombiniert. Die Vereinigung der Muttervölker erfolgte im Zuge einer Wanderung.

Bei den Kontrollvölkern waren durch ihren stärker anhaltenden Schwarmtrieb aufwendigere Schwarmkontrollen und Brutdistanzierungen erforderlich, um das Abschwärmen zu vermeiden. Bei den Versuchsvölkern war nach der Schröpfung nur noch ein Brutraum zu kontrollieren. Infolge der Vereinigung von jeweils zwei Muttervölkern halbierte sich die Anzahl der zu bearbeitenden Versuchsvölker und damit der auf den Anfangsbestand bezogene Zeitaufwand. Dies führte mit 83 min ( $\pm 7$ ; n=10 Völker) pro Versuchsvolk gegenüber 101 min ( $\pm 4$ ; n=12 Völker) pro Kontrollvolk zu einem um 18 % geringeren Zeitaufwand für die

Bearbeitung der Völker (t-Test  $P < 0,05$ ). Zu bedenken ist jedoch, dass einerseits bereits zur Einwinterung nur noch die halbe Völkerzahl zur Verfügung stand und andererseits für die Jungvölker, die dieses Defizit wieder ausglich, ebenfalls Arbeitszeit erforderlich war. Diese fiel jedoch nach dem Höhepunkt des Schwarmtriebes der Völker an und führt zu einem gesondert zu erfassenden Mehrwert.

Insgesamt liegt der Arbeitszeitaufwand in beiden Gruppen relativ niedrig. Als Ursache kann das zu Versuchsbeginn festgestellte geringe Leistungspotential der Völker angesehen werden.

**Tab. 16: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 19.06. und 29.06.2001 mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker (19.07.2001): Netto-Arbeitszeit / Volk 2001 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler)**

Netto-Arbeitszeit 2001				
Datum	Arbeitsschritte	versuchsbedingte Arbeiten	Kontrollvölker min/Volk	Versuchsvölker min/Volk
10.05.	Vorbereitung auf die Rapstracht		14	14
25.05.	Erweiterung; Schwarmkontrolle		9	9
11.06.	Erweiterung		1	1
19.06.	Honigernte Raps; Schwarmkontrolle; 1. Schröpfung + Einengung Versuchsvölker	1.	17	18
29.06.	Schwarmkontrolle; 2. Schröpfung Versuchsvölker	2.	11	5
06.07.	Erweiterung		1	1
10.07.	Schwarmkontrolle		9	10
17.07.	Honigernte Sommertracht; Schwarmkontrolle; Vorbereitung Versuchsvölker für Vereinigung	3.	16	10
19.07.	Vereinigung der Versuchsvölker	3.	0	3
14.08.	Honigernte Sonnenblume; Einrichten des Wintersitzes		23	12
	Summe		101 ( $\pm 4$ )	83 ( $\pm 7$ )

### 3.7.4. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers

Zusätzlich zu jenen auch an den Kontrollvölkern erforderlichen Arbeiten wie Erweiterung der Völker, Schwarmkontrollen, Honigernten und Vorbereitung der Völker auf die nächste Tracht

unter dem Aspekt der Sortenhoniggewinnung, fielen bei den Versuchsvölkern die vier versuchsbedingten Arbeitsschritte an:

- erste Schröpfung der Völker,
- zweite Schröpfung der Völker,
- einmalige Schröpfung der Ableger und Vorbereitung auf die Rückvereinigung sowie
- Rückvereinigung.

**Tab. 17: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 02.06. und 12.06.2000 mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers am 30.06.2000: Netto-Arbeitszeit / Volk 2000 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler)**

Netto-Arbeitszeit 2000				
Datum	Arbeitsschritte	versuchsbedingte Arbeiten	Kontrollvölker min/Volk	Versuchsvölker min/Volk
28.04.	Vorbereitung auf die Rapstracht		15	15
04.05.	Erweiterung		1	1
09.05.	Vorbereitung auf Robinientracht; Schwarmkontrolle		13	13
14.05.	Honigernte Raps (nur Honigräume)		2	2
18.05.	Schwarmkontrolle		9	9
25.05.	Schwarmkontrolle		10	9
02.06.	Honigernte Robinie; Schwarmkontrolle; 1. Schröpfung + Einengung Versuchsvölker	1.	20	21
12.06.	Schwarmkontrolle; 2. Schröpfung Versuchsvölker	2.	10	9
23.06.	Honigernte Linde; Schwarmkontrolle		12	10
29.06.	Ableger für Rückvereinigung vorbereiten; Verarbeiten der Weiseln; Honigernte	3.	0	10
30.06.	Schließen, vergurten, verladen und Aufsetzen der Ableger	3.	0	5
04.07.	Schwarmkontrolle; endgültige Rückvereinigung der Ableger	4.	14	13
13.07.	Schwarmkontrolle		12	10
03.08.	Honigernte Sonnenblume; Einrichten des Wintersitzes		15	16
	Summe		133 ( $\pm 6$ )	143 ( $\pm 2$ )

Durch die weitgehende Integration dieser versuchsbedingten Arbeiten in die reguläre Betreuung der Völker konnte der dafür erforderliche Aufwand minimiert werden (Tab. 17).

Die Schröpfung wurde mit der Ernte des Robinienhonigs und der Vorbereitung der Völker auf die Lindentracht bzw. mit den anstehenden Schwarmkontrollen kombiniert. Die nach ihrer Schröpfung teilsanierten Ableger der ersten Volks-Schröpfung wurden ihren Muttervölkern im Zuge der Anwanderung der Sonnenblumentracht, sprich wenige Minuten vor ihrem Verladen, über einem Duftgitter aufgesetzt. Die endgültige Rückvereinigung erfolgte mittels zwischengelegtem Zeitungspapier während der nächsten anstehenden Schwarmkontrolle.

Bei den Kontrollvölkern erfolgte parallel zur ersten Schröpfung der Versuchsvölker eine Brutdistanzierung, um den Schwarmtrieb einzudämmen. Diese ist bezüglich des Zeitaufwandes mit einer Schröpfung offensichtlich vergleichbar. Weil jedoch bei den geschröpften Völkern der Brutraum vorübergehend auf eine Zarge reduziert und erst später wieder auf zwei Zargen aufgestockt wurde, fiel der Zeitaufwand für die Schwarmkontrollen der Kontrollvölker, die durchgehend bei zwei Bruträumen blieben und ebenso wie die Versuchsvölker in der Sonnenblumentracht ohne Absperrgitter geführt wurden, höher aus. Dies glich einen Teil des schröpfungsbedingten Aufwandes der Versuchsvölker aus. Während der Netto-Zeitaufwand der Versuchsvölker dadurch  $143 \pm 2$  Minuten/Volk betrug, waren es bei den Kontrollvölkern  $133 \pm 6$  Minuten/Volk (t-Test n.s.).

### **3.7.5. Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers**

#### Versuchsjahr 1

Bei den Versuchsvölkern fielen neben den ohnehin erforderlichen Arbeiten, wie Erweiterung der Völker, Schwarmkontrollen, Honigernten und Vorbereitung der Völker auf die nächste Tracht unter dem Aspekt der Sortenhoniggewinnung, die vier versuchsbedingten Arbeitsschritte an:

- erste Schröpfung der Völker,
- zweite Schröpfung der Völker,
- erste Schröpfung der Ableger und Vorbereitung der Rückvereinigung sowie
- zweite Schröpfung der Ableger und Rückvereinigung.

Durch die weitgehende Integration dieser versuchsbedingten Arbeiten in die reguläre Betreuung der Völker konnte der dafür erforderliche Aufwand minimiert werden (Tab. 18).

Die Schröpfung wurde mit der Ernte des Rapshonigs und der gleichzeitigen Vorbereitung der Völker auf die Robinientracht bzw. mit den späteren anstehenden Schwarmkontrollen kombiniert. Die nach ihrer ersten Schröpfung teilsanierten Ableger der ersten Volks-

Schröpfung wurden ihren Muttervölkern kurz nach Anwanderung der Lindentracht, nur ca. 15 km Fahrstrecke vom Heimatstand entfernt, aufgesetzt. Da die Weiseln der Ableger witterungsbedingt verzögert in Eilage gegangen waren, konnten sie noch nicht bei der Wanderung aufgesetzt werden. Und auch die zweite Brutentnahme bei den Ablegern konnte deshalb nicht im Zuge der turnusmäßigen Schwarmkontrolle erfolgen.

**Tab. 18: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 29.05. und 07.06.2001 mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers in 2 Schritten ab 28.06.2001: Netto-Arbeitszeit / Volk 2001 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler)**

Netto-Arbeitszeit 2001				
Datum	Arbeitsschritte	versuchsbedingte Arbeiten	Kontrollvölker min/Volk	Versuchsvölker min/Volk
08.05.	Vorbereitung auf die Rapstracht		14	14
14.05.	Erweiterung; Schwarmkontrolle		8	7
21.05.	Schwarmkontrolle		8	9
29.05.	Honigernte Raps; Schwarmkontrolle; 1. Schröpfung + Einengung Versuchsvölker	1.	18	17
07.06.	Schwarmkontrolle; 2. Schröpfung Versuchsvölker	2.	7	6
21.06.	Honigernte Robinie; Schwarmkontrolle; Brutdistanzierung Kontrollvölker		20	11
26.06.	Vorbereiten der Ableger für Rückvereinigung; Verarbeiten der Weiseln	3.	0	10
28.06.	Schließen, Vergurten, Verladen und Aufsetzen der Ableger	3.	0	5
02.07.	Schwarmkontrolle; Erweitern der Kontrollvölker		12	9
05.07.	Entnahme der verdeckelten Brut aus Honigraum; endgültige Rückvereinigung	4.	0	4
15.07.	Honigernte Linde; Schwarmkontrolle		21	15
23.07.	Schwarmkontrolle		11	9
20.08.	Honigernte Sonnenblume; Einrichten des Wintersitzes		18	20
	Summe		137 ( $\pm 5$ )	137 ( $\pm 4$ )

Bei den Kontrollvölkern waren durch ihren anhaltenden Schwarmtrieb aufwendigere Schwarmkontrollen und Brutdistanzierungen erforderlich, um das Abschwärmen zu vermeiden. Dies glich den versuchsbedingten Aufwand der geschröpften Völker aus, so dass 2001 sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe ein Netto-Zeitaufwand von 137 Minuten ( $\pm 4$ ; n=12 bzw.  $\pm 5$ ; n=12 Völker) zu verzeichnen war.

## Versuchsjahr 2

Wie im Vorjahr fielen bei den Versuchsvölkern neben den ohnehin erforderlichen Arbeiten, wie Erweiterung der Völker, Schwarmkontrollen, Honigernten und Vorbereitung der Völker auf die nächste Tracht unter dem Aspekt der Sortenhoniggewinnung, die vier versuchsbedingten Arbeitsschritte an:

- erste Schröpfung der Völker,
- zweite Schröpfung der Völker,
- erste Schröpfung der Ableger und Vorbereitung der Rückvereinigung sowie
- zweite Schröpfung der Ableger und Rückvereinigung.

Während der Arbeitszeitaufwand für die Arbeit an den Völkern bei der Versuchgruppe mit 158 Minuten ( $\pm 6$ ;  $n=12$ ) höher lag als im Vorjahr, lag er bei den Kontrollvölkern mit 129 Minuten ( $\pm 6$ ;  $n=12$ ) geringfügig unter dem Vorjahreswert (Tab. 19). Letzteres ist vermutlich durch den im Jahr 2002 gegenüber 2001 geringeren Honigertrag bedingt. Während im Vorjahr für beide Gruppen 137 Minuten pro Volk benötigt wurden, fiel 2002 der Zeitaufwand für die Versuchsvölker mit einem Plus von 29 Minuten/Volk um 22 % deutlich höher aus als bei den Kontrollvölkern (t-Test  $P < 0,05$ ).

Während im Versuchsjahr 2001 zwischen der Ernte des Rapshonigs und dem des Robinienhonigs 23 Tage lagen, waren es 2002 nur 17 Tage. Zudem sollten die im Anschluss der Rapstracht bei der ersten Schröpfung der Versuchsvölker gebildeten Ableger gleich mit Beginn der Lindentracht ertragsbildend verfügbar sein. Aufgrund dieser schnellen Trachtfolge wurden die Ableger nach einer Kontrolle auf Weiselrichtigkeit zur Lindentracht komplett auf ihre Muttervölker aufgesetzt. Die Brut der jungen Königinnen war noch nicht so weit entwickelt, dass die erste Schröpfung der Ableger noch vor dem Aufsetzen erfolgen konnte. Somit erfolgten die Kontrolle der Ableger und ihre erste Schröpfung in zwei getrennten Arbeitsschritten, was sich als relativ arbeitsaufwendig erwies.

Ebenso negativ machte sich bei den Versuchsvölkern das fehlende Absperrgitter während der Lindentracht bemerkbar. Die jungen Königinnen der Ableger sollten genutzt werden, um die Versuchsvölker problemlos umzuweiseln. Wenn dies auch mühelos gelang, fiel doch zusätzliche Arbeitszeit für das Herausfangen der minderwertigeren Weisel und für das spätere Ernten des Lindenhonigs an. Weil die Kontrollvölker jedoch nicht umgeweiselt wurden, fehlt hier der dafür erforderliche Aufwand. Betrachtet man das Ergebnis der Annahme neuer Königinnen, ist die Umweiselung mittels Ableger erfahrungsgemäß sicherer und damit weniger zeit- und kostenintensiv als die Umweiselung durch das Zusetzen einzelner Königinnen.

**Tab. 19: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut am 28.05. und 07.06.2002 mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers in 2 Schritten ab 18.06.2002: Netto-Arbeitszeit / Volk 2002 (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler)**

Netto-Arbeitszeit 2002				
Datum	Arbeitsschritte	versuchsbedingte Arbeiten	Kontrollvölker min/Volk	Versuchsvölker min/Volk
29.04.	Vorbereitung auf die Rapstracht		14	14
10.05.	Erweiterung		1	1
15.05.	Schwarmkontrolle		12	12
23.05.	Schwarmkontrolle		12	11
28.05.	Honigernte Raps; Schwarmkontrolle; 1. Schröpfung + Einengung Versuchsvölker	1.	20	21
07.06.	Schwarmkontrolle; 2. Schröpfung Versuchsvölker	2.	11	10
14.06.	Honigernte Robinie; Schwarmkontrolle; Brutdistanzierung Kontrollvölker		19	15
15.06.	Vorbereiten der Ableger für Rückvereinigung	3.	0	11
18.06.	Schließen, Vergurten, Verladen und Aufsetzen der Ableger	3.	0	6
24.06.	Schwarmkontrolle; erweitern; alte Weiseln Versuchsvölker käfigen, Brutentnahme Abl.	3.	8	15
27.06.	Entnahme der verdeckelten Brut aus Honigraum; endgültige Rückvereinigung	4.	0	4
08.07.	Honigernte Linde; Schwarmkontrolle		16	20
14.08.	Honigernte Sonnenblume; Einrichten des Wintersitzes		16	18
	Summe		129 ( $\pm 6$ )	158 ( $\pm 7$ )

## 4. Diskussion der Ergebnisse

Seit der Ausbreitung der aus Asien stammenden ektoparasitären Bienenmilbe *Varroa destructor* ANDERSON & TRUEMAN treten bei den Bienenvölkern der Europäischen Honigbiene *Apis mellifera* LINNAEUS trotz ausreichender Verfügbarkeit und des Einsatzes der für die Bekämpfung zugelassenen Tierarzneimittel immer wieder erhebliche Völkerverluste auf. Diese sind sowohl durch die direkte Schädigung seitens der Parasiten als auch durch die indirekte Schädigung ihres Wirtes infolge der Übertragung von Krankheitserregern bedingt. Möglich werden diese Schäden dadurch, dass die Medikamente häufig nicht sachgerecht und allgemein zu spät eingesetzt werden. Letzteres ist wesentlich durch die Gebrauchsvorschriften bedingt, die aus der Sicht des Verbraucherschutzes darauf abzielen, Rückstandsgefahren für die Bienenprodukte, insbesondere den Honig, zu minimieren. Eine erfolgreiche Bienenhaltung und die Gewinnung möglichst naturbelassener Bienenprodukte erfordern daher die Suche nach Möglichkeiten, wie die Parasitierung der Bienenvölker mit *Varroa destructor* ohne Medikamente ganzjährig so gering gehalten werden kann, dass sie zu keinen Schäden führt.

Mit der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Verfahren für das Management der Bienenvölker (Betriebsweisen) entwickelt und unter praktischen Bedingungen geprüft. Alle hier vorgestellten Verfahren basieren darauf, dass sich die Weibchen des Ektoparasiten *Varroa detructor* während des Sommers vornehmlich in den verdeckelten Brutzellen des Bienenvolkes aufhalten, um sich dort zu vermehren. Diese Verfahren zeigen Möglichkeiten auf, wie die Völkerführung mittels der weit verbreiteten Ablegerbildung so modifiziert werden kann, dass die von der Parasitierung durch *Varroa destructor* ausgehende Gefahr für die Honigbienenvölker minimiert wird. Sie bauen z.T. modulhaft aufeinander auf, so dass für den Imker unterschiedliche Schwierigkeitsgrade entstehen, die letztlich zu unterschiedlich hohen Erfolgen führen und deshalb sowohl für Freizeit- als auch Erwerbssimkereien geeignet sind. Mit der Versuchsvariante 5 ( Zweimalige vollständige Entnahme der verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers, s. 2.2.5.) wurde eine Verringerung des Milbenbefalls der Bienen in den Völkern zum Ende der Bienensaison um ca. 80 % gegenüber der Kontrolle erreicht, ohne wesentliche Ertragsverluste hinnehmen zu müssen. Im Gegenteil, die Völker kommen durch die ganzjährig geringe Parasitierung sicher in den Winter, überwintern besser, sind im folgenden Jahr vitaler und durch die Ablegerbildung ist für den Ausgleich eventueller Verluste bis hin zu einer erweiterten Reproduktion des Völkerbestandes gesorgt.

In Tabelle 20 sind die wichtigsten Ergebnisse der verschiedenen Versuchsvarianten im Überblick dargestellt.

Tab. 20: Zusammenfassung der wichtigsten Versuchs-Ergebnisse

Merkmale	Gruppen	Versuchsvarianten					
		1	2	3	4	5	
		1malige vollständige Entnahme der verdeckelten Brut	3malige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	2malige Entnahme d. verdeckelten Brut mit Vereinigung zweier Muttervölker	2malige Entnahme d. verd. Brut mit Rück-Vereinigung eines teilsanierten Ablegers	2malige Entnahme der verdeckelten Brut mit Rück-Vereinigung eines sanierten Ablegers	
		1999	2000	2001	2000	2001	2002
<b>Varroa-Befall der Bienen am Saison-Ende</b> bei gleichem Anfangsbefall (%)	K	7,5	11,2	8,6	5,7	29,5	11,1
	V	3,7	5,7	2,2	3,2	5,8	2,5
	V / J. K	- 51	- 50	- 74	- 45	- 80	- 78
<b>Nettozunahme (kg)</b>	K	61	46	36	62	82	65
	V	48	32	32	69	72	60
<b>Nettozunahme (%)</b>	V / J. K	- 21	- 30	- 13	+ 11	- 12	- 8
<b>Nachkommenrate (%)</b>	K	0	0	0	0	0	0
	V	+ 80	+ 125	+ 120	+ 40	+ 50	+ 58
<b>Beweiselung</b>	A	keine	schl. WZ	schl. WZ	schl. WZ	schl. WZ	unbeg. ♀
<b>Überwinterungsrate (%)</b>	K	80	83	92	70	58	92
	V	90	92	100	90	83	83
	A	100	87	100	75	100	86
	V / J. K	+ 10	+ 9	+ 8	+ 20	+ 25	- 9
<b>Bestandsentwicklung (%)</b>	K	- 20	- 17	- 8	- 30	- 42	- 8
	V	+ 70	+ 100	+ 70	+ 20	+ 33	+ 33
	V / J. K	+ 112	+ 140	+ 85	+ 71	+ 129	+ 45
<b>Nettozunahme im Folgejahr: Raps (%)</b>	K	-	100	100	-	100	100
	V	-	90	123	-	272	165
	A	-	-	101	-	132	114
<b>Bearbeitungszeit je Volk (%)</b>	K	-	100	100	100	100	100
	V	-	90	82	108	100	122

Legende:

K = Kontrollvölker, V = Versuchsvölker, A = Ableger

V./J.K = Differenz zwischen V und K wenn K = 100 %

schl. WZ = schlupfreie Weiselzelle (schlupfreie Edelizele); unbeg. ♀ = unbegattete Weisel

grau hinterlegte Felder zeigen signifikante Unterschiede an

Durch die erzielte weitgehende Übereinstimmung der Ergebnisse bei mehrfacher Wiederholung einiger Versuchsvarianten, insbesondere der Einmaligen vollständigen Entnahme der verdeckelten Brut (Versuchsvariante 1) sowie der Zweimaligen Entnahme der verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers (Versuchsvariante 5) als auch durch die im Erwartungsbereich liegenden Ergebnisse der daraus abzuleitenden weiteren Versuchsvarianten (2 – 4) ist eine hohe Wiederholbarkeit der erzielten Ergebnisse gewährleistet. Im Einzelfall wird jedoch mit geringen Abweichungen zu rechnen sein, insbesondere dann, wenn mit der Brut zu viele Bienen entnommen werden oder durch Räuberei der Völker auf stark vermilbten Bienenständen speziell im Spätsommer und Herbst ein massiver Milbeneintrag stattfindet. Wenn letzterer nicht bereits deutlich vor der Wintereinfütterung erfolgt, wird sich der Schaden an den Völkern aber sehr in Grenzen halten, da die Winterbienen bereits gesund aufgezogen worden sind. Generell ist es jedoch empfehlenswert, den Milbendruck zumindest auf dem eigenen Bienenstand durch eine entsprechende Betriebsweise bei allen Völkern gering zu halten und soweit möglich, auch die Imker der umliegenden Bienenstände entsprechend zu motivieren. Die in den vorliegenden Untersuchungen aufgezeigte gemeinsame Haltung von geschröpften und nicht geschröpften Völkern war der versuchsbedingten Erfassung von Unterschieden geschuldet und sollte nicht als Empfehlung für die imkerliche Praxis missverstanden werden. Stark vermilbte Völker müssen insbesondere durch den Verflug ihrer Bienen in andere Völker und durch das Ausgeraubtwerden während des Zusammenbruchs als Invasionsherd für *Varroa destructor* in milbenarme Völker angesehen werden. Auf diesem Wege können schnell mehrere tausend Milben in die Völker des selben Bienenstandes oder benachbarter Stände verteilt werden (RENZ und ROSENKRANZ 2001). Zeitpunkt und Befall der Empfänger-Völker dürften dann dafür entscheidend sein, welches Ausmaß die resultierenden Schäden erreichen.

Nicht enthalten sind in Tabelle 20 die Versuchsdurchläufe mit einmaliger Schröpfung der Versuchsvölker aus dem Jahre 1998 und der gleichlautenden Feldversuche aus den Jahren 2000 und 2001 (Versuchsvariante 1). Die Ergebnisse letzterer (s. Anhang) decken sich, so weit vorhanden, mit jenen aus dem Versuchsjahr 1999 (Variante 1) und sind daher für die zusammenfassende Übersicht entbehrlich. Die Ergebnisse aus dem Jahre 1998 können dagegen deshalb nicht in der Übersicht erscheinen, weil sie nicht uneingeschränkt mit den anderen Ergebnissen vergleichbar sind. Hier hatte sich gezeigt, dass die zufällige Zuordnung der Völker zur Versuchs- und Kontrollgruppe keine gleichen Ausgangsbedingungen garantiert. Bei nachträglicher Auswertung der vor Versuchsbeginn entnommenen Bienenproben musste festgestellt werden, dass an beiden Versuchsstandorten die der jeweiligen Kontrollgruppe zugeordneten Völker einen deutlich höheren Anfangsbefall mit *Varroa destructor* aufwiesen als die Völker der Versuchsgruppen. Dadurch traten Unterschiede im Endbefall auf, die nach Auswertung aller Versuche für das in der Versuchsvariante 1 durchgeführte Versuchsdesign unrealistisch sind. Das konnte mittels

Auswertung aller Bienenproben des Versuchsjahres 1998 bestätigt werden. Der Unterschied in der Entwicklung des Milbenbefalls der Bienen stimmt dagegen mit jener des Versuchsjahres 1999 überein und kann als Basis für die Korrektur des Milbenfalls nach Behandlung herangezogen werden. An diesem exemplarischen Fall zeigt sich die Stärke des Auswaschens von Bienenproben (s. 2.3.2.) als methodisches Hilfsmittel zur Überwachung der Befallsentwicklung der *Varroa*-Milben in Bienenvölkern. Sie kann sowohl der Vergleichbarkeit von *Varroa*-Bekämpfungsmaßnahmen dienen als auch zur Prognose über zu erwartende Schäden an den Bienenvölkern. Diese lassen sich dann mit einer gezielten Bekämpfungsstrategie vermeiden, was die Verringerung des Einsatzes von Medikamenten auf ein absolut notwendiges Maß einschließt. Denn bei Kenntnis des Befallsgrades der Bienenvölker mit *Varroa destructor* ist eine generelle medikamentöse Behandlung der Bienenvölker nicht zwingend erforderlich. Stattdessen kann sie befallsabhängig durchgeführt werden. Dies ergänzt die Bemühungen des Imkers um eine Ausrichtung seiner Völkerführung auf eine geringe Populationsentwicklung der *Varroa*-Milbe in seinen Bienenvölkern und die Reinheit der gewonnenen Bienenprodukte ganz wesentlich.

Die besten Ergebnisse hinsichtlich geringem Populationswachstum bei *Varroa destructor* und Minimierung der Ertragsverluste wurden durch die Versuchsvariante 5 (Zweimalige Entnahme der verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers) erreicht. Bei sehr geringem Populationswachstum der Milben werden sowohl frühe als auch späte Trachten ebenso gut genutzt wie von den nicht geschröpften Völkern. Zeitweilige Beschränkungen der Trachtfähigkeit nach der Schröpfung werden bald wieder ausgeglichen und durch die höhere Vitalität im Folgejahr auf jeden Fall wett gemacht, wenn nicht gar deutlich übertroffen. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass der schröpfungsbedingte Leistungsknick vermieden werden kann, wenn der Termin nicht schon längere Zeit vor einer Haupttracht liegt. Die Völker sind in der Regel noch 2 bis maximal 3 Wochen nach der Schröpfung voll trachtfähig, lassen dann aber infolge der bereits von SANZENBACHER (1994) dokumentierten vermehrten Brutaufzucht sowie dem Abgang an Flugbienen, ohne dass dieser mangels Jungbienen ausgeglichen wird, vorübergehend nach. Dies wird auch von BÜCHLER (2009) bestätigt, der die besten Honigerträge erzielte, als die Völker Mitte Juli und damit erst 2 Wochen vor Trachtschluss geschröpft wurden.

In der für die vorliegenden Versuche überwiegend genutzten Trachtfolge Winterraps-Robinie-Linde-Sonnenblume scheint der optimale Schröpfungszeitpunkt nicht nach dem Winterraps, sondern nach der Robinie zu liegen, wie es sich bei der Versuchsvariante 4 gezeigt hat. Ein erhöhter Schwarmtrieb ist durch die spätere Schröpfung nicht zu erwarten, da er generell während der Robinientracht zurückgeht, was vermutlich auf die geringe Pollenversorgung zurückzuführen ist. Bezüglich des Einflusses auf die *Varroa*-Population könnte dieser spätere Termin ebenfalls von Vorteil sein, da die zeitliche Differenz zum Saisonende geringer wird.

Dies ist jedoch gesondert zu prüfen. Nach PFEFFERLE (1981) sollte die Schröpfung jedoch nicht erst nach der Sommersonnenwende (21. Juni), dem Entwicklungshöhepunkt der Völker, liegen. Das von ihm abgelehnte „Kahlfliegenlassen“, also das Abfliegen der Flugbienen aus den Ablegern bei deren Verbleib am Standort der Muttervölker, hat sich in vorliegenden Versuchen jedoch als unproblematisch erwiesen, was mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Stärke der Ableger bei ihrer Bildung zurückzuführen ist. Dies wird von LIEBIG (2006 b) bestätigt, der für einen starken Ableger mit ca. 40.000 überwiegend verdeckelten Brutzellen 5.000 Bienen als völlig ausreichend hält. Ebenso wie in allen anderen ist auch in dieser Versuchsvariante die Arbeitszeit an den Völkern bei guter terminlicher Abstimmung nicht erhöht. Die Rückvereinigung sanierter Ableger mit ihren Muttervölkern sollte allerdings nicht wie im Jahre 2002 gesondert, sondern wie 2001 im Zuge anstehender Arbeiten erfolgen. Geprüft werden sollte jedoch, in welchem Maße zusätzliche vorbereitende Arbeiten für das Zusammenstellen von Material für die Ablegerbildung anfallen. Dabei ist zu beachten, dass solche Arbeiten in erwerbsorientierten Imkereien von weniger qualifizierten Hilfskräften durchgeführt werden können und andererseits der hierfür erforderliche Aufwand durch die Verfügbarkeit von Ablegern, geringere Winterverluste und stabile Honigerträge zumindest teilweise ausgeglichen wird.

Für eine hohe Wirksamkeit der zweimaligen vollständigen Entnahme der verdeckelten Brut (Versuchsvarianten 4 – 5) ist es notwendig, dass zum Zeitpunkt der ersten Schröpfung ca. 1 – 2 Waben mit ausschließlich offener Brut in den Völkern zurückbleiben, die dann im Laufe der nächsten 9 Tagen verdeckelt werden. Das Vorhandensein von Waben mit ausschließlich offener Brut zum Zeitpunkt der ersten Schröpfung wurde in den Versuchen dadurch erreicht, dass der Honigraum durch Umhängen von Brut eröffnet und der Brutraum der Bienenvölker etwa 10 Tage später und somit ca. 10 bis 14 Tage vor der Schröpfung von 1 Zarge auf 2 erweitert wurde. Für den Fall, dass dies nicht möglich ist, dürfte es sinnvoll sein, den Völkern 7 bis 10 Tage vor der beabsichtigten ersten Schröpfung 2 Brutwaben aus der Mitte des unteren Brutraumes zu entnehmen und durch Mittelwände zu ersetzen. Diese werden dann zur Hauptschröpfung ausschließlich offene Brut aufweisen. Aus den entnommenen Brutwaben können Sammelbrutableger gebildet werden. Diese Ableger eröffnen zudem die Chance, die während der Hauptschröpfung in den Völkern zurückgelassene Brut im späteren verdeckelten Zustand nicht wie in den vorliegenden Untersuchungen mit Bienen, sondern ohne Bienen zu entnehmen und den Sammelbrutablegern zuzugeben. Infolge dieser Vorgehensweise ist zu erwarten, dass:

- a) mehr als 50 % des Völkerbestandes durch Sammelbrutableger reproduziert werden können,
- b) der Schwarmtrieb hinausgezögert wird (vgl. SANZENBACHER 1994, der seine Völker bereits zu Beginn der Rapstracht schröpfte) und
- c) der bisherige Leistungsknick der Völker weniger stark in Erscheinung tritt.

Die so entstandenen Sammelbrutableger könnten z.B. für die Weiselaufzucht und/oder die „Völkervermehrung in 4 Schritten“ nach LIEBIG (2006 b) genutzt werden. Diese sieht vor:

- 1) Tag X: Bildung von Sammelbrutablegern durch sanftes Schröpfen der Wirtschaftsvölker,
- 2) Tag X + 9: Umlarven und Einhängen des Zuchtrahmens,
- 3) Tag X + 19 (eventuell schon Tag X + 14): Verschulen der Weiselzellen,
- 4) Tag X + 21: Aufteilen des Sammelbrutablegers in Mini-Ableger.

Am Tag X + 21 würden die bienenfreien Brutwaben, die während der Hauptschröpfung in den Völkern zurückgelassen wurden, im weitgehend verdeckelten Zustand zur Verfügung stehen. Hierbei ist nicht zu erwarten, dass eine gewisse Anzahl offener Brutzellen die Bienen zur Aufzucht einer neuen Königin veranlassen könnte, da die zugegebene unbegattete Königin von den im Ableger vorhandenen Bienen aufgezogen wurde und nicht als fremde Weisel betrachtet wird.

Das Zurückvereinigen (teil)sanierter Ableger entsprechend den Versuchsvarianten 4 – 5 ist am einfachsten mit Magazinbeuten zu realisieren und zwar dann, wenn gewandert wird oder zumindest ein zweiter Standort in mehr als 5 km Entfernung zur Verfügung steht. Denn das Aufsetzen der Ableger sollte an einem für die Flugbienen neuen Standort geschehen, damit sie nicht durch Rückkehrversuche an den alten Standort verloren gehen. Wird mit den Völkern über größere Entfernungen gewandert, lassen sich die Ableger bei der Abwanderung oder erst am neuen Wanderplatz problemlos auf die Muttervölker setzen. Wird mit den Völkern nicht gewandert, sind die Ableger wenige Tage nach ihrer Bildung an den zweiten Standort zu verbringen, von dem sie zur Rückvereinigung wiedergeholt werden. Für Imker mit Hinterbehandlungsbeuten stellt sich die Rückvereinigung schwieriger dar, ist aber aufgrund der zügigen Volksentwicklung und begrenzten Beutengröße meist nicht erforderlich. Nur für die Nutzung späterer Trachten, insbesondere der Besenheide *Calluna vulgaris* kann sie sinnvoll sein. In diesem Fall müssten dann die Ablegerkästen zum Stand der Muttervölker transportiert und die Waben einzeln umgehängt werden. Einschubablegerkästen bringen dabei in aller Regel keine Vorteile, da sie einerseits nur relativ wenige Waben fassen und standardmäßig nur in den Brutraum, nicht aber in den Honigraum passen. Können die Hinterbehandlungsbeuten dagegen wie Trogbeyuten mit einem Aufsatz versehen werden, bietet sich dagegen an, den Ableger wie beim Magazin aufzusetzen. Für Trogbeyuten gilt selbstredend gleiches.

Auf den ersten Blick erscheint die Versuchsvariante 3 (zweimalige Entnahme der verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker) der Versuchsvariante 5 ebenbürtig: Kaum Ertragsverlust, mehr als 70 % weniger *Varroa*-Befall am Saisonende und das bei weniger aufgewandter Arbeitszeit im Vergleich zu den Kontrollvölkern. Aber: Das Ertragsniveau sowohl der Kontroll- als auch der Versuchsgruppe ist relativ gering. Bei einem höheren Ertragsniveau ist eine größere Ertragsdifferenz zwischen beiden Gruppen zu

erwarten. Zudem hatte sich gezeigt, dass die aus 2 Versuchsvölkern vereinigten Doppelvölker in der Spättracht (Sonnenblume) kaum mehr Honig bringen als die einzelnen Kontrollvölker. Damit sinkt der Gesamtertrag aus den meist hochpreisigen Spättrachten enorm und ist zumindest für darauf ausgerichtete Imkereien nicht zu empfehlen. Wer dagegen auf eine hohe Nachkommenrate setzt, ob für die Erweiterung des Bestandes oder für den Verkauf von Bienenvölkern, ist mit dieser Variante gut beraten. In diesem Falle könnte sogar auf die Vereinigung der Muttervölker verzichtet werden. Gleichermäßen geeignet sind unter dem Aspekt einer möglichst hohen Nachkommenrate aber auch alle anderen Varianten, die nicht die Rückvereinigung von Ablegern beinhalten. In allen diesen Varianten muss für die Sommer- und Spättrachten mit einem Verlust an Honig gerechnet werden. Andererseits ist aber im Vergleich zu nicht geschröpften Völkern weniger Arbeitszeit für die Betreuung erforderlich. Und die Ableger stellen einen nicht unwesentlichen Gegenwert dar.

Die Variante 3 (zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker) eignet sich keinesfalls für die Leistungsprüfung im Rahmen der Züchtung. Einerseits kann die Einzelleistung der Völker nicht mehr durchgehend getrennt erfasst werden. Andererseits steht von vornherein fest, dass nur maximal 50 % der Königinnen bis zum Ende der Prüfung zur Verfügung stehen. Da die Leistungsprüfung zum Zeitpunkt der Vereinigung der Völker nicht abgeschlossen ist, kann nicht gewährleistet werden, dass es wirklich die besten 50 % sind. Bei den Varianten, bei denen im Rahmen der Rückvereinigung des Ablegers mit dem Muttervolk eine Umweiselung erfolgen kann (Versuchsvariante 4 – 5), ist letztere fakultativ und wird somit in der Leistungsprüfung nur Weiseln betreffen, die eine deutlich unzureichende Leistung aufweisen.

Im Versuchsjahr 1998 waren die Begattungsergebnisse der Ableger mit 80 bzw. 75 % unbefriedigend. Dies liegt vermutlich am Aufstellungsort, einem wenig lichten Weg im Hochwald. In den nachfolgenden Jahren erhielten die Ableger sonnige bis halbschattige Standorte, an denen bessere Begattungsergebnisse verzeichnet werden konnten.

Für die Verfahren, welche die Rückvereinigung eines Ablegers vorsehen (Versuchsvarianten 4 – 5) ist die Beweiselung der Ableger zwingend erforderlich, um selbige möglichst schnell durch Brutentnahme sanieren und den Muttervölkern zurückgeben zu können. Begattete Weiseln eignen sich hierfür jedoch nicht, da zunächst die in den Ableger verbrachte Brut auslaufen soll, um dann die *Varroa*-Milben auf möglichst wenig Brut zu konzentrieren. Deshalb ist zunächst mit schlupffreien Weiselzellen gearbeitet worden. Dies setzt aber voraus, dass die Schröpfung auch tatsächlich zum geplanten Termin stattfindet oder kontinuierlich schlupffreie Weiselzellen verfügbar sind. Witterung und Trachtverlauf lassen sich schließlich nur bedingt vorhersagen. Entsprechend flexibler wird der Imker wenn er alternativ unbegattete Königinnen zusetzt, z.B. mittels Zweitschlupfzellen. Bei diesen handelt es sich

um Kunststoffnachbildungen von Weiselzellen. Die Annahme unbegatteter Königinnen ist vergleichbar hoch wie beim Zusetzen verdeckelter Weiselzellen; der Imker hat jedoch den Vorteil, die Königin auf optisch sichtbare Mängel beurteilen und die künftige Stockmutter mit einem (Kenn-) Zeichen versehen zu können (RADTKE 2005). Allerdings sollte die junge Weisel nicht länger als unbedingt notwendig im Käfig gehalten werden, um ihre weitere Entwicklung nicht zu beeinträchtigen und sie nicht zu schnell in Eiablage gehen zu lassen. Dadurch würde bis zum Zeitpunkt der ersten Schröpfung des Ablegers mehr Brut angelegt werden als notwendig, was diesen infolge der entsprechend umfangreichen Entnahme schwächt und eine Rückvereinigung weniger sinnvoll erscheinen lässt.

Über alle Versuchsvarianten hinweg wurde bei den Versuchsvölkern eine Nachkommenrate von ca. 50 % und mehr erreicht. Das ist ein Wert, den schon PFEFFERLE (1981) für sinnvoll hält. So eine hohe Nachkommenrate sei die entscheidende Voraussetzung, um unbefriedigende Völker kompromisslos merzen und ersetzen zu können, was er als Rotationsbetrieb in die Bienenhaltung einführt und als wesentliche Säule einer wirtschaftlichen Imkerei ansieht. Das Ablösen des weit verbreiteten Restaurationsbetriebes, also das Aufpäppeln wenig leistungsfähiger Völker, wird sinnvollerweise durch den Rotationsbetrieb abgelöst, der sich wieder an die natürliche Lebensweise der Honigbiene annähert und dem Vorbild der über Jahrhunderte erfolgreich betriebenen Heideimkerei folgt. Unter den verschiedenen Möglichkeiten der Jungvolkbildung hat sich auch bei PFEFFERLE (1981, 1990, S. 166) statt der zunächst propagierten brutlosen Jungvolkbildung letztendlich die Brutablegerbildung durchgesetzt. Ursache hierfür dürfte sein, dass nach PERSCHIL und RITTER (1984) das Bienenmaterial in brutlosen Ablegern meist kurzlebiger als in mit Brut gebildeten sein soll, weshalb die Entwicklung zum Vollvolk langsamer verlaufe. Dies kann zumindest teilweise auf den gestörten Eiweißhaushalt der Bienen zurückzuführen sein, die bei der plötzlichen Trennung von der Brut die Futtersaftsekretion nicht sofort einstellen können. Infolge des Eiweißüberschusses im Verdauungstrakt der Arbeiterinnen kommt es zu einer deutlichen Vermehrung von *Nosema apis* ZANDER, dem Erreger der Nosematose, einer Darmerkrankung (STECHE 1961). Insofern kann der Kunstschwarm nicht mit dem Naturschwarm gleichgestellt werden. Letzterem geht ein deutlicher Rückgang der Legeleistung der Königin und damit der zu pflegenden Brut voraus (SANZENBACHER 1994), weil nur auf diese Weise die Königin wieder flugfähig wird. Zudem ist nach Untersuchungen von STÜRMER und ROSENKRANZ (1994) sowie ROSENKRANZ und BARTALSZKY (1996) infolge der kurzzeitigen Brutlosigkeit kein bedeutsamer negativer Effekt auf die Fertilität der *Varroa*-Weibchen zu erwarten. Stattdessen sichert bei der Entnahme verdeckelter Brut das in den vorliegenden Untersuchungen praktizierte generelle Zurücklassen einer größeren Menge offener Brut den Ammenbienen, ihre Tätigkeit mit hoher Koninuität fortzuführen. Dadurch wird die schröpfungbedingte Störung des Eiweißhaushaltes der Bienen weitgehend minimiert. Darüber hinaus sind für die

Brutablegerbildung deutlich weniger Arbeitsschritte erforderlich als für die Kunstschwarmbildung:

1. Transport der Ableger-Beuten zum Bienenstand.
2. Besetzen der Ableger-Beuten.
3. Aufstellen der Ableger.
4. Optional: Zusetzen einer Königin.

bzw.

1. Transport der Kunstschwarmkästen zum Bienenstand.
2. Besiedeln der Kunstschwarmkästen.
3. Zusetzen einer Königin.
4. Transport der Kunstschwarmkästen zur Dunkelhaft.
- 5+6. Transport der zu besetzenden Beuten und der Kuntschwärme zum Bienenstand.
7. Aufstellen der Beuten.
8. Umlogieren der Kuntschwärme in die Beuten.

In der Regel wurden sowohl von den Kontroll- als auch von den Versuchsvölkern im Mittel mehr als 11 Mittelwände und damit mehr als die Hälfte aller Brutraumwaben ausgebaut. Da die Bruträume der Völker bis zu 2 Zargen a 11 Waben umfassten, erfolgt durch diese intensive Bautätigkeit die Erneuerung des Wabenbestandes meist in weniger als 2 Jahren. Damit ist der bereits von SEIFERT (1968, S. 67) und später auch von anderen Autoren (BORCHERT 1974, S. 49; RITTER 1994, S. 29) vertretenen Auffassung, aus hygienischen Gründen zumindest im Brutraum einen 2- bis 3jährigen Wabenumtrieb zu gewährleisten, vollauf genügt worden. Zudem beschreiben PICCIRILLO und JONG (2004), dass Brut in Jungfernwaben deutlich weniger von *Varroa destructor* parasitiert wird, als in mehrfach bebrüteten. Die unterschiedliche Zellgröße von 4,85 bzw. 4,58 mm scheint dabei nicht ausschlaggebend zu sein. Ob sich daraus jedoch messbare Konsequenzen für die Milbenvermehrung im Bienenvolk ergeben, darf aufgrund von Erfahrungen mit Kuntschwärmen zunächst bezweifelt werden. Dies insbesondere unter dem Aspekt, dass die *Varroa*-Weibchen bei fehlender Wahlmöglichkeit ihre Fortpflanzung nicht einstellen werden, sondern die verfügbaren Zellen nutzen. Ob sich die Zellgröße auf die Reproduktionsrate der *Varroa*-Milben auswirkt, ist ebenfalls noch nicht geklärt (s. 1.3.4.).

Manch einem Imker fällt es schwer, die Weisel zu finden. Diese muss aber bei der Schröpfung im Volk verbleiben und soll nicht in den Ableger gelangen. Andernfalls würde die Leistung der Muttervölker leiden und die *Varroa*-Milben hätten im Ableger durchgängig beste Fortpflanzungsbedingungen. Bei Verwendung mehrerer Brutraumzargen empfiehlt es sich bei genanntem Problem, mindestens 3 Tage vor der 1. Schröpfung ein Absperrgitter zwischen diese Zargen zu legen. Die Brutzarge, in der sich zum Zeitpunkt der Schröpfung Eier befinden, wird zur Entnahme der bienenfreien Brutwaben in die bisherige Beute

abgefegt. Hierdurch entsteht kein wesentlicher zusätzlicher Aufwand, da für die Ablegerbildung generell nur jede 2. Wabe mit Bienen entnommen werden soll. Für die Entnahme mit Bienen kommen dann die Brutwaben der jeweils anderen Brutzarge in Frage.

Durch den Einsatz von Ameisensäure tritt bei Anwendung an Völkern nach Trachtschluss oder bei Jungvölkern auch schon vorher, sofern von ihnen kein Honig für den menschlichen Verzehr geerntet wird, nach gegenwärtigem Erkenntnisstand keine Rückstandsbelastung der Bienenprodukte auf (s. 1.2.3.). Da Ameisensäure als Desinfektionsmittel zumindest gegen Bakterien, möglicherweise auch gegen Viren eingesetzt werden kann (WIESNER und RIBBECK 1991, S. 66), ist zu vermuten, dass eine entsprechende (Neben-)Wirkung auch bei der *Varroa*-Bekämpfung auftritt. Dies ist jedoch noch nicht ausreichend untersucht. Bekannt ist dagegen, dass Ameisensäure auch gegen *Acarapis woodi* RENNIE, die endoparasitischen Tracheenmilbe, hoch wirksam ist (GARZA et al. 1990).

In den vorliegenden Untersuchungen stellte die Ameisensäure eine gute Ergänzung bei der Eliminierung der *Varroa*-Milben aus den Völkern dar. Aufgrund der erreichten hohen Wirksamkeit konnten die durch das Völkermanagement erzielten Effekte auf die Milbenpopulation der Völker klar nachgewiesen werden. Schließlich konnte der Milbenbefall selbst bei den Kontrollvölkern in der Regel deutlich unter den von IMDORF und KILCHENMANN (1990) empfohlenen natürlichen Milbenfall im Herbst von maximal 1 Milbe/Tag gedrückt werden. Dieser Schwellenwert repräsentiere 500 lebende Milben im Volk.

Für die Nutzung der Ergebnisse in der imkerlichen Praxis sei hervorgehoben, dass alle Völker in den vorliegenden Versuchen mit einem Gitterboden versehen waren, unter dessen Drahtgitter sich während der Behandlung mit Ameisensäure eine Schublade befand. So vielen die Milben durch das Gitter auf die Schublade mit Bodeneinlage, zu der die Bienen keinen Zugang hatten. Dies trifft ebenso auf die in dieser Arbeit zitierten Untersuchungen zu. Zwar haben BOLLI et al. (1993) infolge der Ameisensäure-Verdunstung eine mehr oder weniger vollständige Atmungshemmung bei adulten *Varroa*-Milben sowie deren Übersäuerung festgestellt, jedoch keine Verätzungen oder Nekrosen. Es bleibt daher offen, inwieweit die eingetretenen Atmungshemmungen reversibel sind und die Milben bei Verzicht auf das trennende Bodengitter wieder auf Bienen aufsteigen, um sie erneut zu parasitieren.

Wenn auch allein durch die hier beschriebenen Schröpfungsmaßnahmen nicht völlig auf die medikamentöse Behandlung der Völker verzichtet werden kann, so kann sie dennoch deutlich eingeschränkt werden und ist mit Tierarzneimitteln zu bewerkstelligen, die bei ordnungsgemäßer Anwendung kein Rückstandsrisiko bergen. In den vorliegenden Untersuchungen wurde über Jahre hinweg ausschließlich mit Ameisensäure gearbeitet. Selbst

deren Einsatz dürfte weitgehend verzichtbar sein, sofern der Imker zusätzlich die Drohnenbrut als Milben-Falle konsequent nutzt. In diesem Falle muss der Imker über die gesamte Saison hinweg seinen Völkern mittels Baurahmen im Brutnestbereich die Möglichkeit zur Drohnenaufzucht bieten und diese in maximal 14tägigem Rhythmus im verdeckelten Zustand ausschneiden (s. 1.3.2.). Weil auch die intensiv geschröpften Völker weiterhin Drohnenbrut pflegen, ist zu erwarten, dass die in den vorliegenden Versuchen um bis zu 80 % erzielte Reduktion des Milbenbefalls auf mindestens 90 % ausgeweitet werden kann. Das entspricht der Wirksamkeit momentan zugelassener Varroazide und sollte in separaten Versuchen überprüft werden. Allerdings macht SEELEY (2002) darauf aufmerksam, dass durch den Einsatz von Drohnenrahmen zwar das gleichmäßige Ausbauen der Arbeiterinnenwaben gefördert wird, sich durch die vermehrte Aufzucht von Drohnenbrut jedoch der Honigertrag halbiere. Während er an Völkern, die keine Drohnenwaben erhielten, 48,8 kg Zunahme beobachtete, kamen die Völker mit Drohnenwaben nur auf 25,2 ( $P < 0,0001$ ). Gleichzeitig zitiert er ältere Arbeiten aus den Jahren 1965 und 1971, nach denen sich kein Einfluss der Aufzucht von Drohnenbrut auf den Honigertrag zeige und vermutet, dass seine Völker mit Drohnenaufzucht einen höheren *Varroa*-Befall hätten. Es ist daher anzunehmen, dass der von SEELEY gefundene Minderertrag eher auf der Schädigung seiner Völker infolge der sich in Drohnenbrut stärker vermehrenden *Varroa*-Milben beruht.

Ebenso wie bei SANZENBACHER (1994), welcher jeweils 20 % der überwiegend verdeckelten Brut und der darauf sitzenden Bienen entnahm, konnte der Schwarmtrieb durch die Schröpfung zwar gebremst, aber nicht völlig unterbunden werden. Allerdings wurden die Bienenvölker in den vorliegenden Untersuchungen enger gehalten als bei SANZENBACHER (1994). Während dieser die Völker bereits erweiterte, wenn die Völker über mehrere Wabengassen durchgingen, alle Wabengassen in der oberen Zarge besetzten und alle Mittelwände ausgebaut hatten, wurden sie in vorliegenden Untersuchungen ab dem Versuchsjahr 1999 im Interesse einer hohen Honigqualität (RADTKE et al. 1999 b) erst dann erweitert, wenn sie über alle Wabengassen hinweg in den Boden durchgingen.

Durch die wiederholte umfangreiche Entnahme verdeckelter Brut wird ein hoher Selektionsdruck auf die Brut parasitierenden Milbenweibchen aufgebaut. Denn die mit der Brut entnommenen Milben werden bei späteren Behandlungen größtenteils vernichtet. Im Volk verbleiben nach der wiederholten Schröpfung nur die Milben-Weibchen, die während der Schröpfungen auf adulten Bienen parasitierten, ihre phoretische Phase über den Schröpfungszeitraum hinaus ausdehnten und Drohnenbrut zur Vermehrung mieden. Daher kann diese Bekämpfungsstrategie zu einer weniger virulenten *Varroa*-Milbe führen, wie sie SEELEY (2007) in einer wildlebenden Honigbienen-Population im Arnot Forest (Nordosten der USA) beschrieben hat – ganz im Gegensatz zu den Erwartungen, die KOENIGER und FUCHS (1988) mit der medikamentösen Bekämpfung verbinden: Von den wenigen nach

einer Behandlung überlebenden Milben haben jene die besten reproduktiven Chancen, die sich am schnellsten vermehren und dieses Vermögen weitervererben.

Im Gegensatz zu anderen Arbeiten wurde in den vorliegenden Untersuchungen nicht einseitig die Volkentwicklung der Völker inklusive Honigertrag (SANZENBACHER 1994) oder der Einfluss imkerlicher Maßnahmen auf die Population von *Varroa destructor* (SCHMIDT-BAILEY 1997) betrachtet. Stattdessen wurde nach Möglichkeiten gesucht, die Bienenhaltung an die derzeit nicht zu tilgende Parasitierung mit *Varroa*-Milben anzupassen. Dabei wurden Methoden der Völkerführung so weiterentwickelt, dass die Populationsentwicklung der *Varroa*-Milbe gehemmt und die Entwicklung der Bienenvölker bestmöglich gefördert wird. Dafür wurde systematisch umfangreiches Datenmaterial erhoben, ausgewertet und für die zielgerichtete Weiterentwicklung des Managements der Bienenvölker genutzt. Dies ermöglichte einen deutlich besseren Erfolg als in den von SCHUSTER (2004) durchgeführten Untersuchungen, in denen die erst Anfang August geschröpften Völker signifikant schwächer auswinteren als die nicht geschröpfte Kontrolle. Gerade der Nachweis positiver Langzeitwirkungen beweist den Erfolg der geprüften Änderungen im Management der Bienenvölker. Wenn SCHMIDT-BAILEY (1999) mit Drohnenbrut-Fangwabenmethode auch ein ähnliches Ziel verfolgt, so versäumt er es, die weitere Entwicklung der Bienenvölker nach den Eingriffen darzustellen, in denen 5 Wochen lang keine Brut schlüpft (!) und mit Völkern zu vergleichen, die konventionell geführt werden. Zudem erfolgt bei ihm keine Reproduktion des Völkerbestandes, der demzufolge mittelfristig abnehmen muss. Seine sieben (!) methodisch bedingte Eingriffe (1. Einhängen von Drohnen-Mittelwänden; 2. Entnehmen, Auswaschen, Trocknen und Einlagern der Drohnenwaben; 3. Einhängen der Drohnenwaben zur Drohnenaufzucht; 4. Teilen der Völker und Belassen der Drohnenwabe im brutfreien Volksteil; 5. Ausbrechen der Weiselzellen und Einhängen einer Edelizele im Brutling sowie Einhängen einer Drohnenfangwabe; 6. Austausch der Drohnenfangwabe gegen eine weitere; 7. Entnahme der Drohnenfangwabe und Rückvereinigung beider Volksteile) dürften zu einem hohen Arbeitsaufwand führen, dem ein geringer Honigertrag von nur 30 kg/Volk gegenüber steht. Da die Startpopulation der Völker mit *Varroa*-Milben nicht erfasst wurde, sind die Angaben zum Wirkungsgrad der Methode nur bedingt brauchbar.

Dies ist auch ein wesentliches Handicap der einjährigen (!) Untersuchungen von BÜCHLER (2009) in denen versucht wird, den optimalen Schröpfungszeitpunkt bezüglich Honigertrag und Milbenbekämpfung zu finden. Zwar zeigt er, dass seine Versuchsvölker nach zweimaliger Schröpfung im Abstand von ca. 10 Tagen einen ebenso geringen Milbenbefallsgrad im September aufweisen wie die mit Ameisensäure oder einem Thymolpräparat behandelten Kontrollvölker; zum Anfangsbefall fehlen jedoch jegliche Angaben. Zudem wurden die Ergebnisse bei einem Honigertrag von 26 kg Honig/Volk erzielt, der zumindest für engagierte Imker kaum akzeptabel sein dürfte. Interessant ist jedoch,

dass sich bereits nach diesem kurzem Untersuchungszeitraum bei den geschröpften Völkern Tendenzen zu einem geringeren Befall mit verschiedenen Krankheitserregern, insbesondere dem Akuten Bienenparalyse-Virus zeigen, welches als typischer Sekundärererreger des Befalls mit *Varroa destructor* gilt. Dies ist in den vorliegenden Untersuchungen zunächst unberücksichtigt geblieben, könnte aber eine Ursache für die in Versuchsvariante 5 deutlich höhere Vitalität der Versuchsvölker sein, während die Versuchsvölker der anderen Versuchsvarianten keinen Vitalitäts- bzw. Leistungsvorteil im Folgejahr zeigten. Hier ist jedoch das unterschiedliche Befallsniveau in den verschiedenen Versuchsvarianten und Versuchsjahren zu berücksichtigen. Es erscheint daher durchaus sinnvoll, die Untersuchungen zum Einfluss der Schröpfung von Bienenvölkern in einem nächsten Schritt über Leistungsparameter und den Milbenbefall auf Sekundärinfektionen auszudehnen, um die Langzeitwirkung noch besser erfassen und letztlich besser begründen zu können.

Ebenso kritisch wie die vorgenannten Arbeiten sind jene von ULLMANN und WÜRKNER (1991, 1992) zu betrachten. Sie trennen die zweizargigen Brutkörper mittels Absperrgitter für 9 Tage. Aus der Zarge mit der Königin bilden sie etwas abseits der Völker Ableger. Die Muttervölker selbst erhalten jeweils eine unbegattete Weisel und 3 Wochen später offene Brutwaben als Fangwaben aus dem Ableger. Erfasst wurde zwar der Milbenfall der Völker nach Behandlung, auf die Erfassung des Anfangsbefalls wurde jedoch verzichtet. Zudem sind Versuchs- und Kontrollvölker nicht direkt vergleichbar, weil zumindest in einem der beiden beschriebenen Versuchsjahre die Kontrollvölker an einem völlig anderen Standort standen. Die Ertragsdifferenz beider Gruppen fällt unterschiedlich aus, wobei die Angaben zwischen Text und Tabellen ebenso wie zwischen beiden Veröffentlichungen widersprüchlich sind – bei einem vergleichsweise sehr geringen Ertragsniveau von ca. 20 kg Honig pro Volk und Jahr. Gegenüber den in vorliegender Arbeit vorgestellten Varianten weist der von ULLMANN und WÜRKNER (1991, 1992) beschrittene Weg gleich mehrere gravierende Nachteile auf: Die Beweiselung der Völker mit unbegatteten Königinnen verläuft oftmals kritisch, wie die Autoren selbst feststellen mussten. Negative Auswirkungen auf die Volksstärke und die Trachtfähigkeit sind so vorprogrammiert, die Eignung für eine späte Trachtnutzung generell infrage gestellt. In den Ablegern können sich die Milben ungehindert vermehren, weil die alten begatteten Königinnen kontinuierlich Brut anlegen. Infolge der plötzlichen Brutlosigkeit der Völker sind dagegen entsprechend den bereits zitierten Untersuchungen von PERSCHIL und RITTER (1984) negative Auswirkungen auf die Langlebigkeit der Arbeitsbienen zu erwarten. Ergebnisse zur Überwinterung der Völker und Leistungen im Folgejahr legen die Autoren nicht vor.

Mit den nun vorliegenden Ergebnissen auf der Basis umfangreicher Datenerhebungen und -auswertungen wurde das Ziel der Arbeit erreicht. Es wurde ein für die Imkerschaft

empfehlenswertes Verfahren zur Integrierten *Varroa*-Bekämpfung in Varianten entwickelt und unter praktischen Erfordernissen umfassend geprüft, welches gekennzeichnet ist durch:

- wirkungsvolle *Varroa*-Sanierung der Bienenvölker,
- Ausschluss von Medikamenten-Rückständen aus der *Varroa*-Bekämpfung in den Bienenprodukten (durch völligen Verzicht auf fettlösliche Medikamente),
- Ausschluss von Medikamenten-Resistenzen der *Varroa*-Milben (durch die Möglichkeit befallsorientierten Einsatzes einer möglichst geringen Menge einer organischen Säure, insbesondere Ameisensäure),
- Erhaltung der Leistungsfähigkeit der Bienenvölker,
- einfache Handhabung bei nur geringem Arbeitsaufwand,
- (erweiterte) Reproduktion des Völkerbestandes.

Gerade die letzten drei Punkte heben die untersuchten Verfahren deutlich über das von MAUL et al. (1988) als hoch wirksam erkannte Bannwabenverfahren heraus und machen sie wirtschaftlich wesentlich interessanter.

Für die praktische Umsetzung der Ergebnisse dieser Arbeit muss den Imkern empfohlen werden, die Bekämpfung der ektoparasitären Bienenmilbe *Varroa destructor* in den imkerlichen Arbeitsablauf zu integrieren, und dies zumindest so lange, wie züchterische Maßnahmen noch nicht ausreichend greifen. Nur so kann derzeit gewährleistet werden, dass möglichst wenig Bienen durch *Varroa destructor* direkt geschädigt werden und dass der Infektionsdruck der durch den Ektoparasiten übertragenen Krankheitserreger gering bleibt. Diese integrierte *Varroa*-Bekämpfung muss durch drei Säulen getragen werden:

1. Eine Betriebsweise, die auf ein möglichst geringes Populationswachstum der *Varroa*-Milbe auf dem Bienenstand bzw. in den Völkern abzielt. In der vorliegenden Arbeit sind dazu verschiedene Möglichkeiten dargestellt worden, die auch die wirtschaftliche Tragfähigkeit eines solchen Konzeptes berücksichtigen.
2. Die Befallsüberwachung der Bienenvölker mit *Varroa destructor*, um die Populationsentwicklung des Parasiten zu beobachten und erforderlichenfalls rechtzeitig eingreifen zu können.
3. Die ergänzende medikamentöse Behandlung, sofern sie tatsächlich erforderlich ist. Diese erfolgt im Bedarfsfall mit einem für die Behandlung der Varroose an Bienenvölkern zugelassenem Tierarzneimittel entsprechend der Gebrauchsvorschrift.

Die Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung e.V. hat die Jungvolkbildung mittels Brutableger inzwischen in ihr *Varroa*-Bekämpfungskonzept aufgenommen (RADTKE und GEFFCKEN 2001). Auch bei Erwerbssimkern findet die vollständige Entnahme der verdeckelten Arbeiterbrut während der Trachtsaison Interesse (KUBALD 1999, RÜMENAPF 2000, KULL et al. 2001, ANDERSCH 2002). Und selbst die ersten Belegstellen machen

davon insbesondere unter dem Aspekt der *Varroa*-Toleranzzucht Gebrauch (BÜCHLER 2006).

Abschließend lässt sich resümieren: Bei konsequenter Anwendung der in vorliegender Arbeit beschriebenen Verfahren sollte es trotz *Varroa destructor* ANDERSON & TRUEEMAN kein Problem sein, erfolgreich *Apis mellifera* LINNAEUS - Honigbienenenvölker zu halten.

## 5. Zusammenfassung

Seit der Ausbreitung der aus Asien stammenden ektoparasitären Bienenmilbe *Varroa destructor* ANDERSON & TRUEMAN (ursprünglich als *Varroa jacobsoni* OUDEMANS angesprochen) treten bei den Bienenvölkern der Europäischen Honigbiene *Apis mellifera* LINNAEUS trotz ausreichender Verfügbarkeit und des Einsatzes der für die Bekämpfung zugelassenen Tierarzneimittel immer wieder erhebliche Völkerverluste auf. Diese sind sowohl durch die direkte Schädigung seitens der Parasiten als auch durch die indirekte Schädigung ihres Wirtes infolge der Übertragung von Krankheitserregern bedingt. Möglich werden diese Schäden dadurch, dass die Medikamente häufig nicht sachgerecht und allgemein zu spät eingesetzt werden. Letzteres ist wesentlich durch die Gebrauchsvorschriften bedingt, die aus der Sicht des Verbraucherschutzes darauf abzielen, Rückstandsgefahren für die Bienenprodukte, insbesondere den Honig, zu minimieren. Eine erfolgreiche Bienenhaltung und die Gewinnung möglichst naturbelassener Bienenprodukte erfordern daher die Suche nach Möglichkeiten, wie die Parasitierung der Bienenvölker mit *Varroa destructor* ohne Medikamente ganzjährig so gering gehalten werden kann, dass sie zu keinen Schäden führt.

Mit der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Verfahren für das Management der Bienenvölker (Betriebsweisen) entwickelt und unter praktischen Bedingungen geprüft. Alle hier vorgestellten Verfahren basieren darauf, dass sich die Weibchen des Ektoparasiten *Varroa destructor* während des Sommers vornehmlich in den verdeckelten Brutzellen des Bienenvolkes aufhalten, um sich dort zu vermehren. Diese Verfahren zeigen Möglichkeiten auf, wie die Völkerführung mittels der weit verbreiteten Ablegerbildung so modifiziert werden kann, dass die von der Parasitierung durch *Varroa destructor* ausgehende Gefahr für die Honigbienenvölker minimiert wird. Sie bauen z.T. modulhaft aufeinander auf, so dass für den Imker unterschiedliche Schwierigkeitsgrade entstehen, die letztlich zu unterschiedlich hohen Erfolgen führen und deshalb sowohl für Freizeit- als auch Erwerbsimkereien geeignet sind. Mit der Versuchsvariante 5 (Zweimalige vollständige Entnahme der verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers) wurde eine Verringerung des Milbenbefalls der Bienen in den Völkern zum Ende der Bienenaison um 80 % gegenüber der Kontrolle erreicht, ohne wesentliche Ertragsverluste hinnehmen zu müssen. Im Gegenteil, die Völker kommen durch die ganzjährig geringe Parasitierung sicher in den Winter, überwintern besser, sind im folgenden Jahr vitaler und durch die Ablegerbildung ist für den Ausgleich eventueller Verluste bis hin zu einer erweiterten Reproduktion des Völkerbestandes gesorgt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Ergebnisse der verschiedenen Versuchsvarianten im Überblick dargestellt.

Tab.: Zusammenfassung der wichtigsten Versuchs-Ergebnisse

Merkmale	Gruppen	Versuchsvarianten					
		1	2	3	4	5	
		1malige vollständige Entnahme der verdeckelten Brut	3malige partielle Entnahme der verdeckelten Brut	2malige Entnahme d. verdeckelten Brut mit Vereinigung zweier Muttervölker	2malige Entnahme d. verd. Brut mit Rück-Vereinigung eines teilsanierten Ablegers	2malige Entnahme der verdeckelten Brut mit Rück-Vereinigung eines sanierten Ablegers	
		1999	2000	2001	2000	2001	2002
<b>Varroa-Befall der Bienen am Saison-Ende</b> bei gleichem Anfangsbefall (%)	K	7,5	11,2	8,6	5,7	29,5	11,1
	V	3,7	5,7	2,2	3,2	5,8	2,5
	V ./ K	- 51	- 50	- 74	- 45	- 80	- 78
<b>Nettozunahme (kg)</b>	K	61	46	36	62	82	65
	V	48	32	32	69	72	60
<b>Nettozunahme (%)</b>	V ./ K	- 21	- 30	- 13	+ 11	- 12	- 8
<b>Nachkommenrate (%)</b>	K	0	0	0	0	0	0
	V	+ 80	+ 125	+ 120	+ 40	+ 50	+ 58
<b>Beweiselung</b>	A	keine	schl. WZ	schl. WZ	schl. WZ	schl. WZ	unbeg. ♀
<b>Überwinterungsrate (%)</b>	K	80	83	92	70	58	92
	V	90	92	100	90	83	83
	A	100	87	100	75	100	86
	V ./ K	+ 10	+ 9	+ 8	+ 20	+ 25	- 9
<b>Bestandsentwicklung (%)</b>	K	- 20	- 17	- 8	- 30	- 42	- 8
	V	+ 70	+ 100	+ 70	+ 20	+ 33	+ 33
	V ./ K	+ 112	+ 140	+ 85	+ 71	+ 129	+ 45
<b>Nettozunahme im Folgejahr: Raps (%)</b>	K	-	100	100	-	100	100
	V	-	90	123	-	272	165
	A	-	-	101	-	132	114
<b>Bearbeitungszeit je Volk (%)</b>	K	-	100	100	100	100	100
	V	-	90	82	108	100	122

Legende:

K = Kontrollvölker, V = Versuchsvölker, A = Ableger

V./K = Differenz zwischen V und K wenn K = 100 %

schl. WZ = schlupfreie Weiselzelle (schlupfreie Edelizele); unbeg. ♀ = unbegattete Weisel

grau hinterlegte Felder zeigen signifikante Unterschiede an

Durch die erzielte weitgehende Übereinstimmung der Ergebnisse bei mehrfacher Wiederholung einiger Versuchsvarianten, insbesondere 1 und 5, als auch durch die im Erwartungsbereich liegenden Ergebnisse der daraus abzuleitenden Versuchsvarianten 2 bis 4 ist eine hohe Wiederholbarkeit der erzielten Ergebnisse gewährleistet. Im Einzelfall wird jedoch mit geringen Abweichungen zu rechnen sein, insbesondere dann, wenn mit der Brut zu viele Bienen entnommen werden oder durch Räuberei der Völker auf stark vermilbten Bienenständen insbesondere im Spätsommer und Herbst ein massiver Milbeneintrag stattfindet. Wenn letzterer nicht deutlich vor der Wintereinfütterung erfolgt, wird sich der Schaden an den Völkern sehr in Grenzen halten, da die Winterbienen bereits gesund aufgezogen worden sind. Generell ist es jedoch empfehlenswert, den Milbendruck zumindest auf dem eigenen Bienenstand durch eine entsprechende Betriebsweise bei allen Völkern gering zu halten und soweit möglich, auch die Imker der umliegenden Bienenstände entsprechend zu motivieren. Die in den vorliegenden Untersuchungen aufgezeigte gemeinsame Haltung von geschröpften und nicht geschröpften Völkern war der versuchsbedingten Erfassung von Unterschieden geschuldet und sollte nicht als Empfehlung für die imkerliche Praxis missverstanden werden. Stark vermilbte Völker müssen insbesondere durch den Verflug ihrer Bienen in andere Völker und durch das Ausgeraubtwerden während des Zusammenbruchs als Invasionsherd für *Varroa destructor* in milbenarme Völker angesehen werden. Auf diesem Wege können schnell mehrere tausend Milben in die Völker des selben Bienenstandes oder benachbarter Stände verteilt werden. Zeitpunkt und Befall der Empfänger-Völker dürften dann dafür entscheidend sein, welches Ausmaß die resultierenden Schäden erreichen.

Die hier beschriebenen Verfahren zur Minimierung des Befalls der Bienenvölker mit *Varroa destructor* sollten mit dem Ausschneiden verdeckelter Drohnenbrut kombiniert werden. Mit geringem Mehraufwand ist ein Synergieeffekt zu erwarten, der zu einer weiteren deutlichen Reduktion des Milbenbefalls führen und den Einsatz von Medikamenten im Regelfall verzichtbar machen dürfte. Das ist in weiteren Untersuchungen zu prüfen.

Letztlich konnte mit den vorliegenden Untersuchungen ein Weg aufgezeigt werden, wie das Management der Bienenvölker mit geringem Arbeitsaufwand so verändert werden kann, dass die Völker der Europäischen Honigbiene *Apis mellifera* trotz Parasitierung mit *Varroa destructor* gute Überlebenschancen haben. Solange die züchterischen Bemühungen einer *Varroa*-resistenten Biene zu keinem ausreichenden Erfolg führen, ist dies eine sinnvolle Alternative, erfolgreich Bienen zu halten.

## Summary

### **Influence of the removal of brood combs on the performance of honeybee *Apis mellifera* colonies and their infestation with *Varroa destructor***

Since the ectoparasitic mite *Varroa destructor* ANDERSON & TRUEMAN switched to its new host, the European honeybee *Apis mellifera* LINNAEUS considerable colony losses occurred despite the use of veterinary drugs. The losses result from direct damage of the host bees inflicted by the parasites and from indirect damage by transmitted pathogens. The inappropriate and late use of the veterinary drugs by beekeepers paves the way for colony losses. Especially the instructions for use account for the late treatments in order to minimize the risk of residues in honeybee products in the light of consumer protection. Successful beekeeping and the harvest of uncontaminated bee products demand the examination of ways to minimise mite infestation levels without using veterinary drugs and without causing damage to the honeybee colony.

During this study different beekeeping practices were developed and tested under practical conditions. All presented techniques (Table) are based on the fact that most females of *V. destructor* are located within the brood cells for reproduction during summer. They show the possibility to decrease the threat of *V. destructor* to honeybee colonies by modifying the widespread practice of splitting full colonies to produce nucleus colonies.

In experimental group no. 5 (two complete removals of capped brood and reunion with a in the same way traeted nucleus colony) the mite infestation levels of the honeybees were reduced by 80% at the end of the season compared to the control. Honey production was not considerably reduced. Due to low infestation levels during the whole season, the colonies survived winter better than control colonies and any winter losses were compensated by the nucleus colonies.

The most important results of the different experimental groups are shown in the following table.

**Tab.:** Summary of the most important results

Attributes	Groups	Experimental groups					
		1	2	3	4	5	
		One complete removal of capped brood	Three partial removals of capped brood	Removal of capped brood twice and union of two original colonies	Removal of capped brood twice and reunion of a partially traeted nucleus colony	Removal of capped brood twice and reunion with a in the same way traeted nucleus colony	
		1999	2000	2001	2000	2001	2002
<b>Varroa-infestation of bees at the end of the season</b> with same initial infestation level (%)	C	7,5	11,2	8,6	5,7	29,5	11,1
	T	3,7	5,7	2,2	3,2	5,8	2,5
	<b>T./C</b>	<b>- 51</b>	<b>- 50</b>	<b>- 74</b>	<b>- 45</b>	<b>- 80</b>	<b>- 78</b>
<b>Net weight increase (kg)</b>	C	61	46	36	62	82	65
	T	48	32	32	69	72	60
<b>Net increase (%)</b>	<b>T./C</b>	<b>- 21</b>	<b>- 30</b>	<b>- 13</b>	<b>+ 11</b>	<b>- 12</b>	<b>- 8</b>
<b>Reproduction rate (%)</b>	C	0	0	0	0	0	0
	T	+ 80	+ 125	+ 120	+ 40	+ 50	+ 58
<b>New queen</b>	N	none	QC	QC	QC	QC	vir. ♀
<b>Overwintering-rate (%)</b>	C	80	83	92	70	58	92
	T	90	92	100	90	83	83
	N	100	87	100	75	100	86
	<b>T./C</b>	<b>+ 10</b>	<b>+ 9</b>	<b>+ 8</b>	<b>+ 20</b>	<b>+ 25</b>	<b>- 9</b>
<b>Development of the number of bee colonies (%)</b>	C	- 20	- 17	- 8	- 30	- 42	- 8
	T	+ 70	+ 100	+ 70	+ 20	+ 33	+ 33
	<b>T./C</b>	<b>+ 112</b>	<b>+ 140</b>	<b>+ 85</b>	<b>+ 71</b>	<b>+ 129</b>	<b>+ 45</b>
<b>Net weight increase in the following year: Rape (%)</b>	C	-	100	100	-	100	100
	T	-	<b>90</b>	<b>123</b>	-	<b>272</b>	<b>165</b>
	N	-	-	101	-	132	114
<b>Handling time per colony (%)</b>	C	-	100	100	100	100	100
	T	-	<b>90</b>	<b>82</b>	<b>108</b>	<b>100</b>	<b>122</b>

Legend:

C = control colonies, T = test colonies, N = nucleus colonies

T./C = Difference between T and C when C = 100 %

QC = ripe queen cell; vir. ♀ = virgin queen

Cells highlighted in grey indicate significant differences

The accordance of the different results after several repetitions of some experimental groups – especially groups 1 and 5 – as well as the results within the expected range of the groups 2 to 4 assure the reproducibility of the shown results. However, in individual cases minor variances can be expected, especially when too many adult bees are removed with the brood combs or robbing takes place in apiaries with high mite infestation levels in late summer and autumn. However, if robbing takes place only after the feeding of the bees at the end of the season, the damage will be contained since most winter bees already hatched without being harmed by the mites. In general, it is recommended to minimize the infestation levels in all colonies on one apiary and to motivate neighbouring beekeepers to do the same.

During the study the test and control colonies were kept on the same apiary to compare possible differences between these colonies but this should not be mistaken as a recommendation for beekeeping practice. Heavily infested colonies have to be regarded as a source of infection due to straying bees and robbing during the collapse of such colonies. Thereby, several thousand mites can be distributed over the colonies on the same apiary and neighbouring ones. Then, the timing and the infestation of the acceptor colony decide about the resulting degree of damage.

The described techniques for minimizing mite infestation levels of honeybee colonies should be combined with the cutting of drone combs. Synergistic effects leading to a considerable reduction of infestation with *V. destructor* can be expected. In this case the treatments against the mites with veterinary drugs might become dispensable. This has to be investigated in future studies.

The results of this study demonstrate the possibility to keep European honey bees with a good chance of surviving infestation of *V. destructor* by changing beekeeping management with only low expenditure of work. As long as the breeding of tolerant bees shows no significant effects, this is a reasonable alternative to keep bees successfully.

## 7. Literaturverzeichnis

- Adelt, Bernd; Kimmich, Karl-Heinz (1986) Die Wirkung der Ameisensäure in die verdeckelte Brut. Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung 20(12), 382-385
- Al-Ghzawi, S. (1992 a) Preliminary studies on the attractivity of the brood to *Varroa jacobsoni*. Apidologie 23, 367-368
- Al-Ghzawi, S. (1992 b) Invasion behavior of the mite *Varroa jacobsoni*. Apidologie 23, 369-370
- Althen, Horst (1979) Keine Angst vor der *Varroa*? die biene 115(8), 332
- Andersch, Horst (2002) persönliche Mitteilung
- Anderson, D.L. (1994) Non-reproduction of *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera* colonies in Papua New Guinea and Indonesia. Apidologie 25, 412-421
- Anderson, D.L.; Sukarsih (1996) Changed *Varroa jacobsoni* reproduction in *Apis mellifera* colonies in Java. Apidologie 27, 461-466
- Anderson, D.L.; Halliday, R.B.; Otis, G.W. (1997) The occurrence of *Varroa underwoodi* (Acarina: Varroidae) in Papua New Guinea and Indonesia. Apidologie 28, 143-147
- Anderson, Denis L. (2000) Variation in the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. Apidologie 31, 281-292
- Anderson, D.L.; Trueman, J.W.H. (2000) *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. Experimental and Applied Acarology 24, 165-189
- Anlage zur achten Verordnung zur Änderung der Verordnung über Standardzulassungen von Arzneimitteln vom 26. Juni 2000. Anlageband zum BGBl. I Nr. 31 vom 11. Juli 2000, 60-64
- Antonjan, M.G. (1985) Biologische Präparate zur Bekämpfung der Varroatose (russisch). Ptschelowodstwo (5), 16-17
- Appel, H.; Büchler, R. (1991) Heat-treatment of brood combs for *Varroa* control. Apidologie 22(4), 470-472
- Aschenberger, Johann (2002) Die Bedeutung der Oxalsäure im menschlichen Organismus. Imkerei-Technik-Magazin (1), 30
- Aumeier, P.; Rosenkranz, P. (1995) Which odorous stimuli influence host-finding behavior of *Varroa* females? Apidologie 26, 327-329
- Aumeier, P.; Rosenkranz, P. (1997) Brood-attractivity and *Varroa*-infestation: a comparison of Africanized and European bee. Apidologie 28, 182-184
- Aumeier, P.; Boecking, O.; Wittmann, D. (2002) Influence of hive management, population dynamics and *Varroa* destructor infestation on varroosis. Apidologie (33)5, 485-486
- 
- Radtke, Jens (2010) Einfluss der Brutentnahme bei der Honigbiene *Apis mellifera* ...

- 
- Aumeier, Pia; Liebig, Gerhard (2005) Drehrahmenbeute – leider keine runde Sache. Deutsches Bienen Journal 13(12), 532-534
- Aumeier, Pia (2006) Verlockendes Aroma? Deutsches Bienen Journal 14(1), 32
- Aumeier, P.; Sterner, S.; Hille, N; Kirchner, W.H.; Liebig, G. (2006) Shaken or stirred? Reproduction and behavior of *Varroa destructor* in rotated brood cells. Apidologie 37, 638-670
- Bailey, L.; Gibbs, A.J.; Woods, R. (1963) Two Viruses from the adult honey bee (*Apis mellifera* LINNAEUS). Virology 21, 390-395
- Beetsma, Joop; Boot, Willem Jan; Calis, Johann (1999) Invasion behaviour of *Varroa jacobsoni* Oud.: from bees into brood cells. Apidologie 30, 125-140
- Berg, S.; Koeniger, N.; Koeniger, G.; Fuchs, S. (1997) Body size and reproductive success of drones. Apidologie 28, 449-460
- Berg, S.; Koeniger, N; Fuchs, S. (1998) Field trial for varroosis treatment with combination of formic acid at low concentration and oil of marjoram (KombiAM). Apidologie 29(5), 427-428
- Berg, S.; Koeniger, N.; Fuchs, S.; Ullmann, M. (1999) Bayvarolresistente Varroamilben in Hessen. Deutsches Bienen Journal 7(12), 503
- Berg, S.; Büchler, R.; Kezic, N.; Pechhacker, H.; Ritter, W.; Sulimanovic, D.; Bienefeld, K.; Praagh, J. van; Bubalo, D. (2000) Investigation on *Varroa jacobsoni* tolerance of preselected European honey bee strains in Croatia. Apidologie 31(5), 634-636
- Berg, S.; Büchler, R.; Kezic, N.; Pechhacker, H.; Ritter, W.; Sulimanovic, D.; Bienefeld, K.; Praagh, J. van; Bubalo, D. (2001) Island project in Croatia: test of European honeybee strains for Varroa tolerance. Apidologie 32(5), 484-486
- Berg, S.; Büchler, R.; Koeniger, N.; Fuchs, S. (2002) Investigation on Primorsky bees. Apidologie 33(5), 483-484
- Berg, S.; Schürzinger, F. (2008) Combined *Varroa destructor* treatment with formic acid and thymol. Apidologie 39(5), 601-602
- Berg, Stefan (2009) 85%ige Ameisensäure und Oxuvar. Alternativen für die Sommerbehandlung? ADIZ 43(8), 12-14; die biene 145(8), 12-14; Imkerfreund 64(8), 12-14
- Bermejo, F.J. Orantes; Fernández, P. García (1997) Nosema disease in the honey bee (*Apis mellifera* L.) infested with varroa mites in southern Spain. Apidologie 28, 105-112
- Bienefeld, Kaspar (1988) Vererbung von Leistungseigenschaften bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). München-Weihenstephan, Technische Univ., Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Dissertation

- 
- Bienefeld, K.; Radtke, J.; Zautke, F. (1995) Influence of thermoregulation within honeybee colonies on the reproduction success of *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 26, 329-331
- Bienefeld, Kaspar (1996) Züchterische Aspekte bei der Selektion auf Varroatoleranz. *Deutsches Bienen Journal* 4(2), 70-75
- Bienefeld, K.; Zautke, F. (1996) Does the post-capping stage duration influence lifespan in the honey bee? *Apidologie* 27, 313-315
- Bienefeld, Kaspar; Haberl, Michael; Radtke, Jens (1998 a) Does the genotype of honeybee brood influence the attractiveness for *Varroa jacobsoni* and/or the reproduction of this parasite? *Hereditas* 129, 125-129
- Bienefeld, Kaspar; Haberl, Michael; Radtke, Jens (1998 b) Selektionsmerkmale bei der Varroatoleranzzüchtung: Attraktivität der Bienenbrut für *Varroa jacobsoni* Oud. (Varroa) bzw. der Einfluß der Bienenbrut auf die Fortpflanzung des Parasiten. *Deutsches Bienen Journal* 6(11), 444 - 447
- Bienefeld, K.; Thakur, R. K.; Keller, R. (1999 a) Drohnenbrütige Arbeiterinnen gegen Varroa: Untersuchungen zur Vererbung des Öffnens und Ausräumens varroabefallener Brutzellen durch die Honigbiene (*Apis mellifera carnica*). *Deutsches Bienen Journal* 7(2), 48-50
- Bienefeld, K.; Zautke, F.; Pronin, D.; Mazeed, A.M. (1999 b) Hilfreiche Informationen aus dem Abfall? Untersuchungen zur Optimierung der Erfassung des Anteils beschädigter Varroamilben im Rahmen der Zucht varroatoleranter Bienen. *Deutsches Bienen Journal* 7(9), 379-382
- Bienefeld, K.; Zautke, F. (2006) What triggers hygienic behavior against *Varroa destructor* infested cells? *Apidologie* 37, 642-643
- Blum, R. (1989) Reproduction of Varroa in relation to protein supply of the honey bee colonies. *Apidologie* 20, 509-512
- Boecking, Otto; Spivak, Marla (1999) Behavioral defense of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30, 141-158
- Boecking, Otto (2000) Varroa-Toleranz - wo stehen wir heute? *Deutsches Bienen Journal* 8(12), 488-491, 514
- Boecking, Otto; Fischer, Constance; Ohe, Werner von der (2002 a) Pyrethroid-resistente *Varroa*-Milben nun auch in Niedersachsen. *Deutsches Bienen Journal* 10(6), 226
- Boecking, O.; Aumeier, P.; Ritter, W.; Wittmann, D. (2002 b) Varroatosis-disease complex: is there any interrelation? *Apidologie* 33(5), 486-487
- Bogdanov, S.; Kilchenmann, V. (1995) Acaricide residues in beeswax: long-term studies in Switzerland. *Apidologie* 26, 319-321

- Bogdanov, Stefan; Imdorf, Anton; Kilchenmann, Verena (1998 a) Residues in wax and honey after Apilife VAR<sup>®</sup> treatment. *Apidologie* 29(6), 513-524
- Bogdanov, S.; Kilchenmann, V.; Imdorf, A. (1998 b) Acaricide residues in some bee products. *Journal of Apicultural Research* 37(2), 57-67
- Bogdanov, Stefan; Charrière, Jean-Daniel; Imdorf, Anton; Kilchenmann, Verena; Fluri, Peter (2002) Determination of residues in honey after treatments with formic and oxalic acid under field conditions. *Apidologie* 33(4), 399-409
- Bogdanov, Stefan; Kilchenmann, Verena; Imdorf, Anton; Fluri, Peter (2003) Rückstände im Honig nach Verwendung des Thymolrähmchens gegen die Varroa. *Das Bienenmütterchen* (7), 147-148
- Boigenzahn, Christian; William, Alfons (1999) Schätzung von Populationsparametern für die Toleranz der Honigbiene (*Apis mellifera carnica*) gegenüber *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Apidologie* 30, 485-490
- Bolli, H.K.; Bogdanov, S.; Imdorf, T.; Fluri, P. (1993) Zur Wirkungsweise von Ameisensäure bei *Varroa jacobsoni* Oud und der Honigbiene (*Apis mellifera* L.). *Apidologie* 24, 51-57
- Boot, W.J.; Schoenmaker, J.; Calis, J.N.M.; Beetsma, J. (1995) Invasion of *Varroa jacobsoni* into drone brood cells of the honey bee, *Apis mellifera*. *Apidologie* 26, 109-118
- Boot, W.J.; Calis, J.N.M.; Beetsma, J.; Hai, D.M.; Lan, N.K.; Toan, T.V.; Trung, L.Q.; Minh, N.H. (1996) The phenomenon of non-reproduction in worker cells as a Varroa-tolerance factor involves natural selection of the mites. *Apidologie* 27, 282-284
- Borchert, Alfred (1974) Schädigungen der Bienenzucht durch Krankheiten, Vergiftungen und Schädlinge der Honigbiene. Leipzig: S. Hirzel Verlag
- Böttcher, Karl (1950) Zum Massenwechsel der Arbeiterinnen im Bienenvolk. *Leipziger Bienenzeitung* 64, 201-202
- Bowen-Walker, P.L.; Matin, S.J.; Gunn, A. (1999) The Transmission of Deformed Wing Virus between Honeybees (*Apis mellifera* L.) by the Ectoparasitic Mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Journal of Invertebrate Pathology* 73(1), 101-106
- Božič, J.; Valentinčič, T. (1995) Quantitative analysis of social brooming behavior of the honey bee *Apis mellifera carnica*. *Apidologie* 26, 141-147
- Brødsgaard, Camilla J.; Ritter, Wolfgang; Hansen, Hendrik; Brødsgaard, Henrik F. (2000) Interactions among *Varroa jacobsoni* mites, acute paralysis virus, and *Paenobacillus larvae larvae* and their influence on mortality of larval honeybees in vitro. *Apidologie* 31(4), 543-554
- Brückner, Dorothea (1975) Die Abhängigkeit der Temperaturregulierung von der genetischen Variabilität der Honigbiene (*Apis mellifica*). *Apidologie* 6(4), 361-380

- 
- Büchler, R. (1989) *Varroa* population dynamics in bee colonies of different genetic origin. *Apidologie* 20, 514-516
- Büchler, R. (1990) Possibilities for selecting increased *Varroa* tolerance in central European honey bees of different origins. *Apidologie* 21, 365-367
- Büchler, Ralph (1992) Population dynamics of honeybee colonies with regard to infestation level. *Apidologie* 23, 377-379
- Büchler, R. (1993) Rate of damaged mites in natural mite fall with regard to seasonal effects and infestation development. *Apidologie* 24, 492-493
- Büchler, Ralph (1996) Applikatoren und IMP im Vergleich. *die biene* 132(7), 10-11
- Büchler, Ralph (1997 a) Der Einsatz von Ameisensäure-Applikatoren in Holz-Magazinbeuten. *die biene* 133 (2), 9-12
- Büchler, Ralph (1997 b) Field test on *Varroa* tolerance of the 'Kirchhainer population'. *Apidologie* 28, 191-193
- Büchler, Ralph (2000) Oxalsäure – Erfolg mit Nebenwirkungen. *ADIZ* 34(11), 6-8; *die biene* 136(11), 6-8; *Imkerfreund* 55 (11), 6-8
- Büchler, Ralph (2001) Comparison of different methods to evaluate the strength of bee colonies. *Apidologie* 32, 517-518
- Büchler, Ralph (2002 a) Auswirkungen einer Ameisensäurebehandlung auf die Volkentwicklung. *ADIZ* 36(8), 6-8; *die biene* 138(8), 6-8; *Imkerfreund* 57 (8), 6-8
- Büchler, Ralph (2002 b) Winterbehandlungsmethoden im Test. *ADIZ* 36(11), 10-13; *die biene* 138(11), 10-13; *Imkerfreund* 57 (11), 10-13
- Büchler, R.; Berg, S.; Kezic, N.; Pechhacker, H.; van Praagh, J.; Bubalo, D.; Ritter, W.; Bienefeld, K. (2002) Survival test without treatment against varroaosis – the island projekt in Croatia. *Apidologie* 33(5), 493-494
- Büchler, Ralph (2006) Fitnessvorteile ausnutzen. *ADIZ* 40(4), 26-28; *die biene* 142(4), 26-28; *Imkerfreund* 61(4), 26-28
- Büchler, R.; Garrido, C.; Bienefeld, K.; Ehrhardt, K. (2008) Selection for *Varroa* tolerance: concept and results of a long-term selection project. *Apidologie* 39(5), 598
- Büchler, Ralph (2009) Vitale Völker durch komplette Brutentnahme. *ADIZ* 43(7), 10-12; *die biene* 145(7), 10-12; *Imkerfreund* 64(7), 10-12
- Buchner, Richard (1959) Alte Waben – kleine Bienen. *Deutsche Bienenwirtschaft* 10(1), 2-4
- Burmeister, Klaus (2003) Was mir an Neuigkeiten auffiel. *Deutsches Bienen Journal* 11(11), 407

- 
- Büttner, Rudolf (1993) Ein Zwischenboden gegen die Milben. Deutsches Bienen Journal 1(7), 380
- Calderone, Nicholas W.; Lin, Sisi; Kuenen, Lodewyk P.S. (2002) Differential infestation of honey bee, *Apis mellifera*, worker and queen brood by the parasitic mite *Varroa destructor*. Apidologie 33, 389-398
- Calderone, Nicholas W.; Kuenen, L.P.S. (2003) Differential tending of worker and drone larvae of the honey bee, *Apis mellifera*, during the 60 hours prior to cell capping. Apidologie 34(6), 543-552
- Calis, J.N.M.; Boot, W.J.; Beetsma, J. (1997) Attraktivens of brood cells to *Varroa jacobsoni* in different honeybee races (*Apis mellifera* L.). Apidologie 28, 181-182
- Chandler, D.; Sunderland, K.D.; Ball, B.V.; Davidson, G. (2001) Biocontrol Science and Technology 11(4), 429-448
- Charrière, J.D.; Imdorf, A.; Kilchenmann, V. (1992) Konzentrationen der Ameisensäure in der Stockluft von Bienenvölkern während der Anwendung gegen *Varroa jacobsoni*. Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung 26(9), 12-16
- Charrière, J.D.; Imdorf, A.; Bachofen, B.; Tschan, A. (2003) The removal of capped drone brood: an effective means of reducing the investment of varroa in honey bee colonies. Bee World 84(3), 117-124
- Charrière, Jean-Daniel; Imdorf, Anton; Kuhn, Rolf (2004) Bienenverträglichkeit von Varroabehandlungen im Winter. Schweizerische Bienen-Zeitung 127(4), 19-23
- Chen, Yanping; Petty, Jeffery S.; Evans, Jay D.; Kramer, Matthew; Feldlaufer, Mark F. (2004) Transmission of Kashmir bee virus by the ectoparasitic mite *Varroa destructor*. Apidologie 35(4), 441-448
- Colin, M.E.; Ducos de Lahitte, J.; Larribau, E.; Boué, T. (1989) Activité des huiles essentielles de Labiées sur *Ascospaera apis* et traitement d'un rucher. Apidologie 20, 221-228
- Colin, M.E.; Vandame, R.; Jourdan, P.; Di Pasquale, S. (1997) Fluvalinate resistance of *Varroa jacobsoni* Oudemans (Acari: Varroidae) in Mediterranean apiaries of France. Apidologie 28, 375-384
- COUNCIL DIRECTIVE 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. Official Journal of the European Communities 12.1.2002, L10/47-L10/52
- CONCIL REGULATION (EC) No 1804/1999 of 19 July 1999. Official Journal of the European Communities 24.8.1999, L222/1-L222/28
- Crailsheim, Karl; Riessberger-Gallé, Ulrike (2001) Honeybee age-dependent resistance against American foulbrood. Apidologie 32, 91-103

- 
- Dainat, B.; Paxton, R.; Fries, I.; Rosenkranz, P. (2004) The „Bond projekt“ on the island of Gotland: is there genetic variability after six years of selection by *Varroa destructor* mites? *Apidologie* 35(5), 556-557
- Danka, Robert G.; Rinderer, Thomas E.; Kuznetsov, Victor N.; Delatte, Gary T. (1995) A USDA-ARS Projekt to Evaluate Resistance to *Varroa jacobsoni* by Honey Bees of Far-Eastern Russia. *American Bee Journal* 135(11), 746-748
- Della Vedova, G.; Milani, N. (2004) Treatments against *Varroa destructor* with formic acid in a gel formulation. *Apidologie* 35(5), 557-558
- Deutscher Imkerbund e.V. (1993) Bestimmungen zu den Warenzeichen des Deutschen Imkerbundes e.V. vom 05. September 1993. Wachtberg
- Deutscher Imkerbund e.V. (1994) Richtlinien für das Zuchtwesen des Deutschen Imkerbundes e.V. Wachtberg
- Deutscher Imkerbund e.V. (2002) Richtlinien für das Zuchtwesen des Deutschen Imkerbundes e.V. Wachtberg
- Dillier, F.-X. (2000) Olfactory signals during the host identification by *Varroa jacobsoni*: invasion behaviour and electrophysiological recordings at the olfactory sensilla. *Apidologie* 31(5), 624-625
- Dillier, F.-X. (2004) How does a blind parasite find the correct host? The orientation behaviour of the bee parasitic mite *Varroa destructor*. *Apidologie* 35(5), 554-555
- Downey, Danielle L.; Winston, Mark L. (2001) Honey bee colony mortality and productivity with single and dual infestations of parasitic mite species. *Apidologie* 32, 567-575
- Dreher, Karl (1977) Varroamilbe in Oberursel. *Die Biene* 113(5), 172-173
- Droege, Gisela (1993) Die Honigbiene. Ein lexikalisches Fachbuch. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- Duay, P.; Engels, W. (2002) Mites can tire men: wind tunnel test with *Varroa destructor* parasitized drones. *Apidologie* 33, 488-489
- Duay, Pedro; Jong, David de; Engels, Wolf (2003) Weight loss in drone pupae (*Apis mellifera*) multiply infested by *Varroa destructor* mites. *Apidologie* 34, 61-65
- Dufner, Julius; Jensen, Uwe; Schumacher, Erich (2002) Statistik mit SAS. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden: B.G. Teubner
- Dustmann, Jost H.; Ohe, Werner von der (1988) Einfluss von Kälteeinbrüchen auf die Frühjahrsentwicklung von Bienenvölkern (*Apis mellifera* L.). *Apidologie* 19(3), 245-253
- Dustmann, J.H.; Schönberger, H.; Schönberger, E. (1998) Bienenhaltung in der Rotation. Darstellung der Celler Betriebsweise. *Deutsches Bienen Journal* 6(8), Beilage

- 
- Ehrhardt, K.; Reinsch, N.; Büchler, R.; Garrido, C.; Bienefeld, K. (2006) Genetic parameters of *Varroa destructor* mite tolerance traits in the honey bee. *Apidologie* 37, 636-637
- Elfte Verordnung zur Änderung der Verordnung über Standardzulassungen von Arzneimitteln vom 19. Oktober 2006. BGBl. I Nr.48 vom 26. Oktober 2006, 2287 - 2297
- Ellis, M.D.; Siegfried, B.D.; Spawn, B. (1997) The effect of Apistan® on honey bee (*Apis mellifera* L.). Response to methyl parathion, carbaryl and bifenthrin exposure. *Apidologie* 28, 123-127
- Ellis, Amanda M.; Hayes, Gerry W.; Ellis, James D. (2009 a) The efficacy of dusting honey bee colonies with powdered sugar to reduce varroa mite populations. *Journal of Apicultural Research* 48(1), 72-76
- Ellis, Amanda M.; Hayes, Gerry W.; Ellis, James D. (2009 b) The efficacy of small cell foundation as a varroa mite (*Varroa destructor*) control. *Experimental and Applied Acarology* 47, 311-316
- Elzen, Patti J.; Eischen, Frank A.; Baxter, James R.; Elzen, Gary W.; Wilson, William T. (1999) Detection of resistance in US *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae) to the acaricide fluvalinate. *Apidologie* 30(1), 13-17
- Elzen, Patti J.; Baxter, James R.; Spivak, Marla; Wilson, William T. (2000) Control of *Varroa jacobsoni* Oud. resistant to fluvalinate and amitraz using coumaphos. *Apidologie* 31(3), 437-441
- Engels, Wolf (1988) Reproduktion und Kontrolle der Varroa-Milbe. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 22(8), 254-264
- Engels, W.; Rosenkranz, P. (1992) Hyperthermic experiences in control of varroatosis. *Apidologie* 23, 379-381
- Engels, W.; Rosenkranz, P. (1993) Hyperthermic treatment of varroatosis in summer colonies. *Apidologie* 24, 495-497
- Fakhimzadeh, Kamram (2001) Effectiveness of confectioner sugar dusting to knock down *Varroa destructor* from adult honey bees in laboratory trials. *Apidologie* 32, 139-148
- Falk, Michael; Becker, Rainer; Marohn, Frank (2004) *Angewandte Statistik*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- Floris, I. (1997) A sequential sampling technique for female adult mites of *Varroa jacobsoni* Oudemans in the sealed worker brood of *Apis mellifera ligustica* Spin. *Apidologie* 28, 63-70
- Fremuth, Wolfgang (1984) Experimentelle Befunde der Befallsentwicklung von *Varroa jacobsoni* in standardisierten Bienenvölkern. *Apidologie* 15, 250-251
- Fremuth, Wolfgang (1985) Einfluss der Temperatur auf die Wirts – Parasit Beziehung Biene – *Varroa* Milbe. *Apidologie* 16, 211-212

- 
- Fries, Ingemar (1991) Treatment of Sealed Honey Bee Brood With Formic Acid for Control of *Varroa jacobsoni*. American Bee Journal 131(5), 313-314
- Fries, I. (1994) Does the size of wax cells influence the reproduction of *Varroa* mites? Apidologie 25, 478-479
- Fries, Ingemar; Perez-Escala (2001) Mortality of *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies during winter. Apidologie 32, 223-229
- Fries, Ingemar; Imdorf, Anton; Rosenkranz, Peter (2006) Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colonies in a Nordic climate. Apidologie 37, 564-570
- Fries, Ingemar; Bommarco, Riccardo (2007) Possible host-parasite adaptations in honey bees infested by *Varroa destructor* mites. Apidologie 38(6), 525-533
- Fuchs, Stefan (1985) Untersuchungen zu quantitativen Abschätzung des Befalls von Bienenvölkern mit *Varroa jacobsoni* Oudemans und zur Verteilung des Parasiten im Bienenvolk. Apidologie 16(4), 343-368
- Fuchs, Stefan (1989) Preference of drone brood in *Varroa jacobsoni* Oud. as a significant parameter of the parasites reproduction. In: The XXXIIInd International Congress of Apiculture, Rio de Janeiro, Brazil, 1989. Apimondia, Bucharest, 245-249
- Fuchs, S.; Langenbach, K. (1989) Multiple infestation of *Apis mellifera* L. brood cells and reproduction in *Varroa jacobsoni* Oud. Apidologie 20, 257-266
- Fuchs, S. (1990) Preference for drone brood cells by *Varroa jacobsoni* Oud in colonies of *Apis mellifera carnica*. Apidologie 21, 193-199
- Gabriel, Reiner (2001) Beobachtungsbericht. Deutsches Bienen Journal 9(8), IV; 9(9), II-III; 9(10), IV-V; 9(11) II-III
- Gabriel, Reiner (2002) Beobachtungsbericht. Deutsches Bienen Journal 10(8), IV; 10(9), II-III; 10(10), IV; 10(11) III-IV
- García-Fernández, P.; Benítez Rodríguez, R.; Orantes-Bermejo, F.J. (1995) Influence du climat sur le développement de la population de *Varroa jacobsoni* Oud dans des colonies d' *Apis mellifera iberica* (Goetze) dans le sud de l'Espagne. Apidologie 26, 371-380
- Garedew, Assegid; Schmolz, Erik; Lamprecht, Ingolf (2004) The energy and nutritional demand of the parasitic life of the mite *Varroa destructor*. Apidologie 35(4), 419-430
- Garrido, Claudia; Rosenkranz, Peter (2003) Factors of the bee larvae influence the sex determination of *Varroa destructor* offspring. Apidologie 34(5), 504-505
- Garrido, Claudia; Rosenkranz, Peter; Paxton, Robert J.; Goncalves, Lionel S. (2003) Temporal changes in *Varroa destructor* fertility and haplotype in Brazil. Apidologie 34(6), 535-541

- Garrido, Claudia (2004) Fitte Bienen gegen Varroa. Zuchtarbeit für bessere Widerstandsfähigkeit. Deutsches Bienen Journal 12(8), 326-328
- Garza-Q., C.; Dustmann, J.H.; Wilson, W.T.; Rivera, R. (1990) Control of the honey bee tracheal mite (*Acarapis woodi*) with formic acid in Mexico. American Bee Journal 130(12), 801
- Gehrig, L. (1983) Lehrgang zur Erfassung der Volksstärke. Schweizerische Bienenzeitung 106(4), 199-204
- Gekeler, Werner (1998) Jungvolkbildung – der Schlüssel zum Erfolg. ADIZ 22(5), 9-11; die Biene 134(5), 9-11; Imkerfreund 53(5), 9-11
- Gnädinger, F. (1979) Schutz gegen Einschleppung der Varroatose in nicht befallenen Ländern. In: Harnaj V., Rousseau M. (Hrsg.) Bekämpfung und Vorbeugung der Varroatose. OIE/APIMONDIA-Seminar über Bienenpathologie. Bukarest, Rumänien, 21. bis 24. August 1978, Apimondia-Verlag, Bukarest, 96-99
- Gregorc, Aleš; Planinc, Ivo (2001) Acaricidal effect of oxalic acid in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. Apidologie 32, 333-340
- Gregorc, Ales; Smodis Skerl, Maja Ivana (2007) Toxicological and immunohistochemical testing of honeybees after oxalic acid and rotenone treatments. Apidologie 38(3), 296-305
- Greinöcker, Josef (2002) EMK-Oxalsäuretablettchen. Bienenwelt 44(11), 18-19
- Gufler, Heinrich; Wallner, Klaus (1995) Apistanresistente Varroa-Milben auch in Südtirol. Deutsches Bienen Journal 3(5), 37-38
- Gumpp, Thomas; Drysch, Klaus; Radjaipour, Mahmoud (2003) Arbeitshygienische Untersuchungen zur Verdampfung von Oxalsäure. Deutsches Bienen Journal 11(1), 13-15
- Guzman, L.I. de; Rinderer, T.E.; Delatte, G.T.; Macchiavelli, R.E. (1996) *Varroa jacobsoni* Oudemans tolerance in selected stocks of *Apis mellifera* L. Apidologie 27, 193-209
- Guzman, Lilia I. de; Rinderer, Thomas E. (1999) Identification and comparison of *Varroa* species infesting honey bees. Apidologie 30, 85-95
- Guzman-Novoa, E.; Sanchez, A.; Page jr., R.E.; Garcia, T. (1996) Susceptibility of European and Africanized honeybees (*Apis mellifera* L) and their hybrids to *Varroa jacobsoni* Oud. Apidologie 27, 93-103
- Hampel, K. (2001) Influence of nasturtium (*Tropaeolum majus*) on the development and on *Varroa destructor* infestation in young colonies of honey bees (*Apis mellifera*). Apidologie 32 (5), 489-491
- Hänel, Heinz (1983) Histologische Untersuchungen zur Reproduktion von *Varroa jacobsoni*. Apidologie 14, 257-258

- 
- Hänel, Heinz (1984) Einfluss des Bienenalters auf die Vermehrung von *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 15, 255
- Hansen, Henrik; Guldborg, Merethe (1988) Residues in honey and wax after treatment of bee colonies with formic acid. *Danish Journal of Plant and Soil Science* 92, 7-10
- Harbo, John R.; Harris, Jeffrey W. (1999) Selecting honey bees for resistance to *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 30, 183-196
- Harris, Jeffrey W.; Harbo, John R. (2000) Changes in reproduction of *Varroa destructor* after honey bee queens were exchanged between resistant and susceptible colonies. *Apidologie* 31, 689-699
- Hartwig, Aleksandra; Jedruszuk, A. (1987) Überlebensfähigkeit von *Varroa jacobsoni* auf den Blüten. In: XXXI. Internationaler Bienenzüchterkongress der APIMONDIA. Warschau, Polen, 19.-25. August 1987, Apimondia-Verlag, Bukarest, 241
- Higes, Mariano; Meana, Aránzazu; Suárez, Miguel; Llorente, Jesús (1999) Negative long-term effects on bee colonies treated with oxalic acid against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30(4), 289-292
- Hoffmann, S. (1992) Reinfestation in bee colonies of different genetic origin by *Varroa* mites. *Apidologie* 23, 375-377
- Hoffmann, S. (1995) Registration of damaged *Varroa* mites in small colonies for the assessment of grooming behavior. *Apidologie* 26, 322-324
- Honigverordnung der Bundesrepublik Deutschland vom 16. Januar 2004. BGBl. I, S. 92
- Horn, Helmut; Lüllmann, Cord (2002) Das große Honigbuch. Stuttgart: Franckh-Kosmos
- Hoppe, Harald; Ritter, Wolfgang (1986) The possibilities and limits of thermal treatment as a biotechnical method of fighting Varroatosis. *Apidologie* 17, 374-376
- Hoppe, Harald; Ritter, Wolfgang (1989) Erste Ergebnisse zur Bekämpfung der Varroatose mit einem thermischen Umluftverfahren in Kombination mit Wintergrünöl. *die biene* 125(7), 390-393
- Hübner, M.; Matthes, H.F.; Böhme, R.; Prösch, U. (1989) Beschuss tötet Nützlinge. Möglichkeiten der Bekämpfung des *Varroa jacobsoni*-Befalls der Honigbiene *Apis mellifica* durch ionisierende Strahlung. *Garten und Kleintierzucht, Ausgabe C für Imker* 28(14), 10
- Hüsing, J.O. (Hrsg.); Nitschmann, J. (Hrsg.) (1987) Lexikon der Bienenkunde. Leipzig
- Hüttinger, E.; Pechhacker, H.; Sulimanovic, D.; Tomac, I. (1981) Zur Ausbreitung von *Varroa jacobsoni* Oud. von Volk zu Volk. In: Harnaj V., Gnädinger F., Ruttner F. (Hrsg.) Diagnose und Therapie der Varroatose. Internationales Symposium über Bienenbiologie und -pathologie. Oberursel/Bad Homburg, Deutschland, 29. September - 1. Oktober 1980, Apimondia-Verlag, Bukarest, 56-62

- 
- Ibrahim, Abdullah; Spivak, Marla (2006) The relationship between hygienic behavior and suppression of mite reproduction as honey bee (*Apis mellifera*) mechanisms of resistance to *Varroa destructor*. *Apidologie* 37, 31-40
- Ibrahim, Abdullah; Reuter, Garry S.; Spivak, Marla (2007) Field trial of honey bee colonies bred for mechanisms of resistance against *Varroa destructor*. *Apidologie* 38(1), 67-76
- Ifantidis, Michael D. (1988) Some aspects of the process of *Varroa jacobsoni* mite entrance into honey bee (*Apis mellifera*) brood cells. *Apidologie* 19(4), 387-396
- Ifantidis, Michael D. (1992) Populationsdynamik der Milbe *Varroa jacobsoni* und Perspektiven der biologischen Bekämpfung der Varroatose in der westlichen Biene *Apis mellifera*. *Imkerfreund* 47(9), 10-16
- Imdorf, A.; Buehlmann, G.; Gerig, L.; Kilchenmann, V.; Wille, H. (1987) Überprüfung der Schätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freifliegenden Bienenvölkern. *Apidologie* 18(2), 137-146
- Imdorf, Anton; Kilchenmann, Verena (1990) Natürlicher Milbenfall im Oktober. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 113(9), 505-506
- Imdorf, A.; Kilchenmann, V.; Maquelin, C.; Bogdanov, S. (1994) Optimierung der Anwendung von ‚Apilife VAR‘ zur Bekämpfung von *Varroa jacobsoni* Oud in Bienenvölkern. *Apidologie* 25, 49-60
- Imdorf, A.; Kilchenmann, V.; Bogdanov, S.; Bachofen, B.; Beretta, C. (1995) Toxizität von Thymol, Campher, Mentol und Eucalyptol auf *Varroa jacobsoni* Oud und *Apis mellifera* L im Labortest. *Apidologie* 26, 27-31
- Imdorf, Anton; Rickli, Matthias; Kilchenmann, Verena; Bordanov, Stefan; Wille, Hans (1998) Nitrogen and mineral constituents of honey bee worker brood during pollen shortage. *Apidologie* 29, 315-325
- Imdorf, Anton; Bogdanov, Stefan; Ochoa, Rubén Ibáñez; Calderone, Nicholas W. (1999) Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie* 30, 209-228
- Janmaat, Alida F.; Winston, Mark L. (2000) Removal of *Varroa jacobsoni* infested brood in honey bee colonies with differing pollen stores. *Apidologie* 31(3), 377-385
- Jong, D. de; de Andrea Roma, D.; Goncalves, L.S. (1982) A comparative analysis of shaking solutions for the detection of *Varroa jacobsoni* on adult honeybees. *Apidologie* 13(3), 297-306
- Jong, David de (1988) *Varroa jacobsoni* does reproduce in worker cells of *Apis cerana* in South Korea. *Apidologie* 19(3), 241-244
- Kanbar, G.; Engels, W.; Winkelmann, G. (2002) Do *Varroa destructor* mites transfer European foulbrood (*Melissococcus pluton*)? *Apidologie* 33(5), 487-488

- 
- Kanga, Lambert Houssou Ble; Jones, Walker A.; James, Rosalind R. (2003) Field Trials Using the Fungal Pathogen, *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes: Hyphomycetes) to Control the Ectoparasitic Mite, *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Honey Bee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Colonies. Journal Economic Entomology 94(4), 1091-1099
- Kirsch, R.; Rosenkranz, Peter (1999) Does *Varroa jacobsoni* tolerance exist in the Uruguay honey bee? Actual data of a one year field study. Apidologie 30(5), 430-432
- Kirchner, W.H. (1993) Visual and vibrational sensitivity in *Varroa*. Apidologie 24, 490-492
- Klepsch, A.; Maul, V.; Koeniger, N.; Wachendörfer, G. (1984) Einsatz von Milchsäure im Sprühverfahren zur Bekämpfung der Varroatose. die biene 120(5), 199-202
- Kleespies, Regina G.; Radtke, Jens; Bienefeld, Kaspar (1994) Viruslike particles of the ectoparasitic bee mite *Varroa jacobsoni*. - In: VIth International colloquium on invertebrate pathology and microbial control. Montpellier, France 28 August - 2 September 1994. Abstracts Volume II, 234
- Kleespies, Regina G.; Radtke, Jens; Bienefeld, Kaspar (2000) Virus-like particles Found in the Ectoparasitic Bee Mite *Varroa jacobsoni* Odemans. Journal of Invertebrate Pathology 15, 87-90
- Knecht, D.; Kaatz, H.H. (1990) Patterns of larval food production by hypopharyngeal glands in adult worker honey bees. Apidologie 21, 457-468
- Koch, W.; Ritter, W. (1987) Durch Varroatose verursachte bakterielle Sekundärinfektionen der Honigbiene *Apis mellifera*. In: XXXI. Internationaler Bienenzüchterkongress der APIMONDIA. Warschau, Polen, 19.-25. August 1987, Apimondia-Verlag, Bukarest, 243-246
- Koch, W.; Ritter, W. (1988) Durch Varroatose verursachte bakterielle Infektionen der Honigbiene *Apis mellifera*. Apiacta 23(1), 22-24
- Koeniger, Nikolaus; Rau, Christel (1980) Feldversuch 1979/80 mit Ameisensäure im Hochtaunuskreis. Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung 14, 157-159
- Koeniger, Nikolaus; Schulz, Alfred (1980) Versuche zur biologischen Therapie der Varroatose durch eine Kontrolle der frischgeschlüpften Bienen. Apidologie 11(2), 105-112
- Koeniger, N.; Held, Th.; Vorwohl, G. (1981) Mögliche Auswirkungen von Ameisensäurebehandlungen auf den Honig. In: Diagnose und Therapie der Varroatose. Internationales Symposium über Bienenbiologie und -pathologie. Oberursel/Bad Homburg, Deutschland, 29. September - 1. Oktober 1980, Apimondia-Verlag, Bukarest, 125-127
- Koeniger, N.; Fuchs, S. (1988) Elf Jahre Erfahrungen mit der Varroatose – Rückblick und Aussichten. Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung 22(11), 373-379

- 
- Koeniger, Nikolaus (1990) Situation und Perspektiven der Varroatosebehandlung. Garten und Kleintierzucht, Ausgabe C für Imker 29(5), 8-9
- Koeniger, N.; Fuchs, S.; Ullmann, M. (1999) Unsicherheit bei der Bekämpfung mit Bayvarol. Deutsches Bienen Journal 7(12), I
- Kostecki, Richard (1976) Bessere Pollenversorgung durch „Pollenkonserven“. Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung 10(11), 436-440
- Kovac, Helmut; Krailsheim, Karl (1988) Lifespan of *Apis mellifera carnica* Pollm. Infested by *Varroa jacobsoni* Oud. in relation to season and extent of infestation. Journal of Apicultural Research 27(4), 230-238
- Kralj, J.; Fuchs, S. (2003) Do honeybee workers infested by *Varroa destructor* have difficulties coming home? Apidologie 34(5), 502-503
- Kralj, J.; Fuchs, S. (2004) Phoretic *Varroa destructor* mites cause homing failure in *Apis mellifera* foragers. Apidologie 35(5), 555-556
- Kralj, Jasna; Fuchs, Stefan (2006) Parasitic *Varroa destructor* mites influence flight duration and homing ability of infested *Apis mellifera* foragers. Apidologie 37, 577-587
- Kraus, Bernhard; Koeniger, Nikolaus; Fuchs, Stefan (1986) Unterscheidung zwischen Bienen verschiedenen Alters durch *Varroa jacobsoni* Oud. und Bevorzugung von Ammenbienen im Sommerbienenenvolk. Apidologie 17, 257-266
- Kraus, B. (1991) Preliminary report on lactic acid winter application as treatment of varroatosis. Apidologie 22(4), 473-475
- Kraus, B. (1992) Further results on lactic acid applikation as treatment for varroatosis. Apidologie 23, 385-387
- Kraus, B.; Page Jr., R.E. (1995) Population growth of *Varroa jacobsoni* Oud in Mediterranean climates of California. Apidologie 26, 149-157
- Kubald, Günter (1999) persönliche Mitteilung
- Kull, Doris; Schaper, Friedgard; Müller, Lothar (2001) Vertreterversammlung und Deutscher Imkertag in Lutherstadt Wittenberg. Deutsches Bienen Journal 9(12), 482-483
- Künzler, Karl; Mook, Hans; Breslauer, H. (1979) Untersuchungen über die Wirksamkeit von Ameisensäure bei der Bekämpfung der Bienenmilbe *Varroa jacobsoni*. die biene 115(9), 372-373
- Kutschker, C.; Fuchs, S. (1999) Influence of honeybee population turnover on mortality of the parasite *Varroa jacobsoni*. Apidologie 30(5), 428-430
- Lampeitl, Franz (2006) Kunstschwarmbildung nach dem Abschleudern. ADIZ 40(7), 8-9; die biene 142(7), 8-9; Imkerfreund 61(7), 8-9

- 
- Le Conte, Yves; Arnold, Gérard (1987) Influence de l'âge des abeilles (*Apis mellifera* L.) et de la chaleur sur le comportement de *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 18(4), 305-319
- Le Conte, Y.; Bruchou, C.; Benhamouda, K.; Gauthier, C.; Cornuet, J.M. (1994) Heritability of the queen brood post-capping stage duration in *Apis mellifera* L. *Apidologie* 25, 513-519
- Le Conte, Yves; de Vaublanc, Gérard; Crauser, Didier; Jeanne, Francois; Rousselle, Jean-Claude; Bécard, Jean-Marc (2007) Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie* 38(6), 566-572
- Liebhart, Herbert (2003) Jungvölkerbildung mit geringster Milbenbelastung ohne Medikamentenverwendung. *Bienenpflege* (4), 117-118
- Liebig, Gerhard; Naglitsch, Walter (1986) Über die Eignung der Schmidt'schen Kunststoffwabe für die *Varroa*-Bekämpfung. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 20(2), 50-54
- Liebig, Gerhard (1990) *Varroa*-Leitfaden. Landesverband Württembergischer Imker e.V.
- Liebig, Gerhard (1998 a) Nach welchen Regeln entwickeln sich Bienenvölker? Die Methode der Populationsschätzung. *Bienenpflege* (1), 4-8
- Liebig, Gerhard (1998 b) Gute Wirkung und wenig bienenverträglich. *Deutsches Bienen Journal* 6(6), 224-226
- Liebig, Gerhard (1999 a) Der Umgang mit Oxalsäure. *Deutsches Bienen Journal* 7(6), 230
- Liebig, Gerhard (1999 b) Welche Bedeutung hat der natürliche Milben(ab)fall? *Deutsches Bienen Journal* 7(11), 462-463
- Liebig, G. (2001) How many *Varroa destructor* mites can be tolerated by a honey bee colony? *Apidologie* 32, 482-484
- Liebig, Gerhard (2002) Einfach imkern. Leitfaden zum Bienen halten. Aichtal: Selbstverlag
- Liebig, G.; Hampel, K.; Aarayzou, H. (2002) *Varroa* resistance and tolerance of native honey bee colonies. *Apidologie* 33(5), 494-496
- Liebig, Gerhard (2005) Es steht alles im Gemüll. *Deutsches Bienen Journal* 13(4), 142
- Liebig, G. (2006 a) Is there a lasting effect of heavy *Varroa destructor* infestation? *Apidologie* 37(5), 637-638
- Liebig, Gerhard (2006 b) Völkervermehrung in 4 Schritten. Effiziente Bildung und Pflege von Jungvölkern. *ADIZ* 30(4), 7-9; *die biene* 142(4), 7-9; *Imkerfreund* 61(4), 7-9
- Lienau, F.W. (1991) Inhibition of detoxication of organophosphates by coumaphos. *Apidologie* 22(4), 467-468

- 
- Liniger, Rolf (2004) Vorsicht beim Umgang mit Oxalsäure. Schweizerische Bienen-Zeitung (12), 19
- Liu, T.P. (1996) *Varroa* Mites as Carriers of Honey-bee Chalkbrood. American Bee Journal 136(9), 655
- Lodesani, M.; Colombo, M.; Spreafico, M. (1995) Ineffectiveness of Apistan® treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud in several districts of Lombardy (Italy). Apidologie 26, 67-72
- Lodesani, M.; Crailsheim, K.; Moritz, R.F.A. (2002) Effect of some characters on the population growth of mite *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera* L colonies and results of a bi-directional selection. Journal of Applied Entomology 126(2-3), 130-137
- Long, Le To (1996) Laboratory test on mortality of *Varroa jacobsoni* by application of formic acid. Apidologie 27, 290-291
- Long, Le To; Koeniger, N.; Fuchs, S. (1997) *Varroa* treatment with combination of formic acid and oil of marjoram: laboratory test and field experiments. Apidologie 28, 179-181
- Mariën, J. (1995) Controlling varroosis by temperature treatment with an Apitherm heater. Apidologie 26, 318-319
- Marin, M. (1979) Verbreitung der Varroatose in der Welt. In: Bekämpfung und Vorbeugung der Varroatose. OIE/APIMONDIA-Seminar über Bienenpathologie. Bukarest, Rumänien, 21. bis 24. August 1978, Apimondia-Verlag, Bukarest, 27-31
- Martel, Anne-Claire; Zeggane, Sarah; Aurières, Clément; Drajnudel, Patrick; Faucon, Jean-Paul; Aubert, Michel (2007) Acaricide residues in honey and wax after treatment of honey bee colonies with Apivar® or Asuntol®50. Apidologie 38(6), 534-544
- Martin, S. (2001) *Varroa destructor* reproduction during the winter in *Apis mellifera* colonies in UK. Experimental and Applied Acarology 25(4), 321-325
- Martin, Stephen J.; Kryger, Per (2002) Reproduktion of *Varroa destructor* in South African honey bees: does cell space influence *Varroa* male survivorship? Apidologie 33, 51-61
- Maul, V.; Petersen, N.; Wissen, W. (1980) Feldversuche zur Varroatosetherapie mit Ameisensäure. Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung 14, 155-157
- Maul, V.; Wissen, W. (1981) Feldversuche mit Ameisensäure zur Diagnose und Therapie der Varroatose. In: Harnaj V., Gnädinger F., Ruttner F. (Hrsg.) Diagnose und Therapie der Varroatose. Internationales Symposium über Bienenbiologie und -pathologie. Oberursel/Bad Homburg, Deutschland, 29. September - 1. Oktober 1980, Apimondia-Verlag, Bukarest, 109-115
- Maul, Volprecht (1984) Estimation of the degree of *Varroa* infestation by observation of the natural mortality of *Varroa* mites. Apidologie 15, 243-244

- 
- Maul, V.; Klepsch, A.; Assmann-Werthmüller, U. (1988) Das Bannwabenverfahren als Element imkerlicher Betriebsweise bei starkem Befall mit *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 19(2), 139-154
- Mautz, Dietrich (1992) Die „ANP“-Wabe in ihrer praktischen Erprobung. *neue Bienenzeitung* 3(8), 489-491
- Mautz, Dietrich (2000) Bienenfuttermittel – ihre Eignung als Winterfutter. *ADIZ/die Biene/Imkerfreund* (7), 22
- McMullan, John B.; Brown, Mark J.F. (2006) The influence of small-cell brood combs on the morphometry of honeybees (*Apis mellifera*). *Apidologie* 37, 665-672
- Mende, Christine (1991) Experimentelle Untersuchungen zu Bekämpfung der Varroose in Völkern der Honigbiene *Apis mellifera* unter Praxisbedingungen. Berlin, Humboldt-Universität, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Dissertation
- Message, D.; Goncalves, L.S. (1995) Effect of the size of worker brood cells of Africanized honey bees on infestation and reproduction of the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 26, 381-386
- Milani, N.; Pechhacker, H.; Vedova, G.D. (1999) Reduced fertility in a European population of *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Apidologie* 30(5), 435-436
- Milani, Norberto; Della Vedova, Giorgio (2002) Decline in the proportion of mites resistant to fluvalinate in a population of *Varroa destructor* not treated with pyrethroides. *Apidologie* 33, 417-422
- Moosbeckhofer, Rudolf; Fabsicz, Martin; Kohlich, Astrid (1988) Untersuchungen über die Abhängigkeit der Nachkommensrate von *Varroa jacobsoni* Oud. Vom Befallsgrad der Bienenvölker. *Apidologie* 19(2), 181-208
- Moosbeckhofer, Rudolf (1990 a) Erfahrungen bei der Anwendung von Apistan und Bayvarol in Österreich. *Die Biene* 126(9), 473-478
- Moosbeckhofer, R. (1990 b) Treatment with Apistan<sup>®</sup> and Bayvarol<sup>®</sup> in Austria. *Apidologie* 21, 374-375
- Moosbeckhofer, R. (1991) Apistan<sup>®</sup> and Bayvarol<sup>®</sup>: long-term effects on treated combs. *Apidologie* 22(4), 475-477
- Moosbeckhofer, Rudolf (1992) Beobachtungen zum Auftreten beschädigter Varroamilben im natürlichen Totenfall bei Völkern von *Apis mellifera carnica*. *Apidologie* 23, 523-531
- Moosbeckhofer, R. (1994) *Varroa* infestation level in relation to percentage of damaged mites. *Apidologie* 25, 457-459
- Moosbeckhofer, R. (1997) Observations on reproduction rate of *Varroa jacobsoni* and the occurrence of mutilated mites in *Apis mellifera carnica* colonies. *Apidologie* 28, 193-195

- 
- Moosbeckhofer, Rudolf (1999 a) Varroabekämpfung mit Ameisensäure: Nassenheider- und Universalverdunster im Test. *Bienenvater* 120(7/8), 8-12
- Moosbeckhofer, Rudolf (1999 b) Varroabekämpfung mit Ameisensäure. Der zweimalige Einsatz des Nassenheider- bzw. Universalverdunstens verbessert das Behandlungsergebnis. *Bienenvater* 120(9), 11-13
- Moosbeckhofer, Rudolf (1999 c) Die Varroa tritt wieder seuchenhaft auf! *Bienenvater* 120(11), 6-10
- Moosbeckhofer, Rudolf (2001) Varroabekämpfung mit Oxalsäure im Träufelverfahren. *Bienenvater* 122(12), 7-12
- Morgstädt, Manfred (1991) Die Thermobox. Erfolgreicher Einsatz der THERMO-BOX in Kombination mit WINTERGRÜNÖL gegen Varroatose mit höchster Wirkung in die Brut hinein! *neue BienenZeitung* 2(7), 416-418
- Moritz, R.F.A.; Mautz, D. (1990) Development of *Varroa jacobsoni* in colonies of *Apis mellifera capensis* and *Apis mellifera carnica*. *Apidologie* 21, 53-58
- Murilhas, António Manuel (2002) Varroa destructor infestation impact on *Apis mellifera carnica* capped worker brood production, bee population and honey storage in a Mediterranean climate. *Apidologie* 33, 271-281
- Nazzi, F.; Milani, N. (1994) A technique for reproduction of *Varroa jacobsoni* Oud under laboratory conditions. *Apidologie* 25, 579-584
- Nazzi, Francesco; Milani, Noberto; Della Vedova, Giorgio; Nimis, Matteo (2001) Semiochemicals from larval food affect the locomotory of *Varroa destructor*. *Apidologie* 32, 149-155
- Nazzi, Francesco; Milani, Norberto; Della Vedova, Giorgio (2004) A semiochemical from larval food influences the entrance of *Varroa destructor* into brood cells. *Apidologie* 35(4), 403-410
- Nelson, D.; Sporns, P.; Kristiansen, P.; Mills, P.; Li, M. (1993) Effectiveness and residue levels of 3 methods of menthol application to honey bee colonies for the control of tracheal mites. *Apidologie* 24, 549-556
- Neumann, Peter; Moritz, Robin F.A.; Mautz, Dieter (2000) Colony evaluation is not affected by drifting of drone and worker honeybees (*Apis mellifera* L.) at a performance testing apiary. *Apidologie* 31 (1), 67-79
- Neunte Verordnung zur Änderung der Verordnung über Standardzulassungen von Arzneimitteln vom 23. Juni 2003. *BGBl. I Nr.27 vom 26. Juni 2003*, 934 - 947
- Nickel, Horst (2000) Kapuzinerkresse wirkt nicht. *Deutsches Bienen Journal* 8(9), 338
- Norm DIN 10752. Untersuchung von Honig. Bestimmung des Wassergehaltes von Honig. Refraktometrisches Verfahren

- 
- Nozal, Maria Jesús; Bernal, José Luis; Gómez, Luis Antonio; Higes, Mariano; Meana, Aranzuza (2003) Determination of oxalic acid and other organic acids in honey and in some anatomic structures of bees. *Apidologie* 34, 181-188
- Otten, C.; Fuchs, S. (1990) Seasonal variations in the reproductive behavior of *Varroa jacobsoni* in colonies of *A mellifera carnica*, *A m ligustica* and *A m mellifera*. *Apidologie* 21, 367-368
- Otten, Christoph (1991) Factors and effects of a different distribution of *Varroa jacobsoni* between adult bees and bee brood. *Apidologie* 22(4), 465-466
- Otten, Christoph (1999) Wie lassen sich Völkerverluste vermeiden? *ADIZ/die biene/Imkerfreund* (2), 6-8
- Otten, Christoph (2003 a) A General overview on AFB and EFB. Pathogen, Way of infection, Multiplication, Clinical symptoms and Outbreak. *Apiacta* 38, 106-113
- Otten, Christoph (2003 b) Erste Situationsbeschreibung. Auswertung bisher eingegangener Erhebungsbögen zu Völkerverlusten und zur allgemeinen Situation der Imkerei. *Deutsches Bienen Journal* 11(5), 191
- Otten, Christoph (2003 c) Das Völkersterben: Daten und Fakten. *Deutsches Bienen Journal* 11(8), 312-314
- Otteni, M.; Ritter, W. (1999) Effects of a medical treatment on the susceptibility of the brood to a virus infection. *Apidologie* (30)5, 424-425
- Palacio, M. Alejandra; Figini, Emilio E.; Ruffinengo, Sergio R.; Rodriguez, Edgardo M.; del Hoyo, Marcello L.; Bedascarrasbure, Enrique L. (2000) Changes in a population of *Apis mellifera* L. selected for hygienic behaviour and its relation to brood disease tolerance. *Apidologie* 31(4), 471-478
- Perizin (1995). Gebrauchsinformation. Bayer AG Leverkusen
- Perschil, F.; Ritter, W. (1984) Treatment of *Varroa* disease in nuclei with or without a broodcomb. *Apidologie* 15, 248-249
- Pettis, J.S.; Schimanuki, H. (1999) A Hive Modification To Reduce *Varroa* Populations. *American Bee Journal* 139(6), 471-473
- Pettis, Jeff S. (2004) A scientific note on *Varroa destructor* resistance to coumaphos in the United States. *Apidologie* 35(1), 91-92
- Pettis, Jeffery S.; Collins, Anita M.; Wilbanks, Reg.; Feldlaufer, Mark F. (2004) Effects of coumaphos on queen rearing in the honey bee, *Apis mellifera*. *Apidologie* 35 (6), 605-610
- Pfefferle, Karl (1981) Jungvolkbildung als Varroatose-Prophylaxe. In: Diagnose und Therapie der Varroatose. OIE/APIMONDIA-Seminar über Bienenpathologie. Bukarest, Rumänien, 21. bis 24. August 1978, Apimondia-Verlag, Bukarest, 93-100

- Pfefferle, Karl (1990) Imkern mit dem Magazin. Münstertal: Selbstverlag
- Piasenzotto, Lara; Gracco, Luisa; Conte, Lanfranco S.; Bogdanov, Stefan (2002) Application of solid phase microextraction to evaluate traces of thymol in honey. *Apidologie* 33, 545-552
- Piccirillo, Giancarlo A.; Jong, David de (2004) Old honey bee brood combs are more infested by the mite *Varroa destructor* than are new brood combs. *Apidologie* 35(4), 359-364
- Pohl, Friedrich (1995) Bienenkrankheiten. Diagnose und Behandlung. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag
- Polaczek, B.; Neuberger, P.; Schrickler, B. (2002) The modified Nassenheid evaporator: the advantages of autumn treatment. *Apidologie* 33, 477-478
- Ponten, A.; Ritter, W. (1992) Influence of acute paralysis virus attacks on brood care in honeybees. *Apidologie* 23, 363-365
- Porbeck, K.; Aumeier, P.; Kirchner, W.H.; Liebig, G. (2006) Some like it hot. Host choice of *Varroa destructor* on adult bees. *Apidologie* 37, 633-635
- Praagh, Job van (2006) Aus jedem Volk ein Ableger! Das „Treibling“-Verfahren für Frühtracht-Regionen. *ADIZ* 40(7), 10-11; *die biene* 142(7), 10-11; *Imkerfreund* 61(7), 10-11
- Przewozny, Agnes; Zautke, Fred; Bienefeld, Kaspar (2003) Tierquälerei oder sinnvolles Medikament? Neue Erkenntnisse zur Auswirkung der Ameisensäurebehandlung auf das Verhalten der Bienen. *Deutsches Bienen Journal* 11(8), 319-320
- Rademacher, Eva (1983) Untersuchungen zur *Varroa*-Bekämpfung mittels pflanzlicher Drogen. *Apidologie* 14, 265-266
- Rademacher, Eva (1985) Ist eine Befallsprognose aus dem natürlichen Totenfall von *Varroa jacobsoni* möglich? *Apidologie* 16(4), 396-406
- Rademacher, Eva (1990) Die Varroatose der Bienen. Geschichte, Diagnose, Therapie. Berlin: Schelzky & Jeep
- Rademacher, Eva; Brückner, Dorothea; Otten, Christoph; Radtke, Jens (1999) Control of varroosis with formic acid applied by an evaporator under different conditions of bee management and climate. *Apidologie* 30(5), 432-433
- Rademacher, E.; Radtke, J. (2001) Investigation on the use of Thymovar against varroosis. *Apidologie* 32(5), 488-489
- Radetzki, T. (2001) Oxalsäure-Verdampfung. *ADIZ/die biene/Imkerfreund* (10), 24
- Radetzki, Thomas (2002) Bessere Bienenverträglichkeit der Oxalsäure-Verdampfung. *Bienenwelt* 44(11), 15

- 
- Radtke, Jens (1990) Diagnose und Therapie der Varroose ohne chemische Mittel und Bienenverluste! Gibt's denn das? neue BienenZeitung 1(13), 294-295
- Radtke, Jens; Bienefeld, Kaspar; Kleespies, Regina G. (1994) Pathological changes of *Varroa jacobsoni*, an ectoparasite of the honeybee (*Apis mellifera*). Apidologie 25(5), 455 - 456
- Radtke, Jens (1995) Damages of *Varroa* mites are not caused only by the bees. PSZCZELNICZE ZESZYTY NAUKOWE (1), 237
- Radtke, Jens (1996) Probleme mit der Varroatose? Auch auf die Betriebsweise kommt es an! Deutsches Bienen Journal 4(6), 10-13
- Radtke, Jens (1997) About the question of individual preference of *Varroa jacobsoni* Oud for drone or worker brood. Apidologie 28(3-4), 188-190
- Radtke, Jens; Hedtke, Christoph (1998) Formic and free acid content in Honey after treatment with formic acid during the summer. Apidologie 29(5), 404-406
- Radtke, Jens (1999 a) Die Betriebsweise - wesentlicher Faktor der Varroa-Bekämpfung. Deutsches Bienen Journal 7(4), 15
- Radtke, Jens; Schröder, Marion; Rausch, Karla (1999 b) Einflußfaktoren auf den Wassergehalt im Honig. In: Bienefeld, K. et al.: Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V. - Tätigkeitsbericht 1998. Deutsches Bienen Journal 7(7), 295-303
- Radtke, Jens; Kleespies, Regina G.; Bienefeld, Kaspar (1999 c) Auch Varroa-Milben werden krank! Deutsches Bienen Journal 7(8), 4-5
- Radtke, Jens (2000) Studies on the effect of fern (*Dryopteris* sp.) on *Varroa jacobsoni*. Apidologie 31(5), 636-638
- Radtke, J.; Geffcken, H. (2001) Empfohlene Bekämpfungsverfahren - Jungvolkbildung. In: Varroa unter Kontrolle. Wie wird's gemacht? Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung e.V., 8-9
- Radtke, Jens (2001) Im Test: HAMAG-Honigerntemaschine. Deutsches Bienen Journal 9(7), 261-263
- Radtke, Jens (2003) Population dynamics of *Varroa destructor*: Study of the development of the level of investation of *Apis mellifera*-colonies in different years. Apidologie 34(5), 506-507
- Radtke, Jens (2005) Wie verwendet man Zweitschlupfzellen? Deutsches Bienen Journal 13(9), 401
- Radtke, Jens; Pingel, Heinz; von Borell, Eberhard (2005) Einfluß von Temperatur und Luftfeuchte am Bienenstand auf die Honigqualität. In: Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. und der Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaft. Berlin, 21. – 22. September 2002. Kurzfassungen

- 
- Radtke, Jens; Neuberger, Philipp (2008) On the quantitative influence of drone brood excision on *Varroa destructor*. *Apidologie* 39(5), 602-603
- Rath, Werner (1999) Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. and *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30, 97-110
- Rauch, S.; Genersch, E.; Bienefeld, K. (2006) *Varroa* tolerant bees and AFB – Analysis of the hygienic behavior in mini colonies. *Apidologie* 37, 640-641
- Renz, M.; Rosenkranz, P. (2001) Infestation dynamics and reinvasion of *Varroa destructor* mites in honey bee colonies kept isolated and in groups. *Apidologie* 32, 492-494
- Rehm, S.-M.; Ritter, W. (1989) Succession and time of development of male and female offspring of *Varroa jacobsoni* in the worker brood. *Apidologie* 20, 339-343
- Renz, M.; Rosenkranz, P. (2002) Population dynamics of *Varroa destructor* in isolated honeybee colonies. *Apidologie* 33(5), 489-490
- Riessberger, U.; Crailsheim, K. (1997) Short-term effect of different weather conditions upon the behaviour of forager and nurse honey bees (*Apis mellifera carnica* Pollmann). *Apidologie* 28, 411-426
- Rinderer, T. E.; De Guzman, L. I.; Delatte, G.T.; Stelzer, J.A.; Lancaster, V.A.; Kuznetsov, V.; Beaman, L.; Watts, R.; Harris, J.W. (2001) Resistance to the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees from far-eastern Russia. *Apidologie* 32, 381-394
- Ringel, J. (2002) Artificial or natural wax? Old or new combs? The influence of the quality of wax on the development of bee colonies. *Apidologie* 33, 498-499
- Ritter, Wolfgang (1979) Gegenwärtiger Stand der *Varroa*-Bekämpfung im Taunusgebiet. Ergebnis der Varrostan-Behandlung im Herbst 1977. In: Bekämpfung und Vorbeugung der Varroatose. OIE/APIMONDIA-Seminar über Bienenpathologie. Bukarest, Rumänien, 21. bis 24. August 1978, Apimondia-Verlag, Bukarest, 76-80
- Ritter, Wolfgang (1980) Zur Methodik der Prüfung von Chemotherapeutika zu Bekämpfung der Varroatose der Honigbiene. *Apidologie* 11(2), 131-141
- Ritter, Wolfgang; Ruttner, Friedrich (1980 a). Die Varroatose der Honigbiene. Diagnoseverfahren. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 14, 134-138
- Ritter, Wolfgang; Ruttner, Friedrich (1980 b) Die Varroatose der Honigbiene. Ameisensäure – Labor- und Freilandversuche. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 14, 151-154
- Ritter, W.; Ruttner, F. (1981) Entwicklung des Varroatoseherdes in Hessen. *Apidologie* 12, 73-75
- Ritter, W.; Sakai, T.; Takeuchi, K. (1981) Entwicklung und Bekämpfung der Varroatose in Japan. In: Harnaj V., Gnädinger F., Ruttner F. (Hrsg.) Diagnose und Therapie der Varroatose. Internationales Symposium über Bienenbiologie und –pathologie.

- 
- Oberursel/Bad Homburg, Deutschland, 29. September - 1. Oktober 1980, Apimondia-Verlag, Bukarest, 69-71
- Ritter, Wolfgang; Perschil, Friedrich (1983) Prüfung der Wirkung von Folbex-VA (Isopropyl-4,4'-Dibrombenzilat) auf Varroamilben und der Verträglichkeit für Bienen. *Apidologie* 14(1), 9-27
- Ritter, Wolfgang; Perschil, F.; vom Hövel, R. (1984 a) Treatment of *Varroa* disease by drone brood removal. *Apidologie* 15, 245-246
- Ritter, Wolfgang; Leclercq, E.; Koch, W. (1984 b) Observations des populations d'abeilles et de *Varroa* dans les colonies à différents niveaux d'investition. *Apidologie* 15(4), 389-400
- Ritter, W.; Perschil, F.; Jehle, B.; Koch, W.; Hoewel, R. vom (1986) Versuche zur entwicklung und Prüfung von <sup>®</sup>Perizin, einem systemischen Medikament zur Bekämpfung der Varroatose der Honigbiene. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 29(3), 78-82
- Ritter, W.; Kerkhof, U.; Pätzold, S. (1989) The distribution of *Varroa jacobsoni* Oud. in the winter cluster of *Apis mellifera carnica*. *Apidologie* 20, 516-517
- Ritter, Wolfgang (1998 a) Behandlungszeitpunkt entscheidet über Bienenschädigung. *ADIZ/die biene* (3), 11-12
- Ritter, Wolfgang (1998 b) Varroabekämpfung im Zwischenableger. *ADIZ/die biene* (5), 12
- Ritter, Wolfgang (1994) *Bienenkrankheiten*. Stuttgart: Ulmer
- Ritter, Wolfgang (2003) Warum sterben unsere Bienenvölker? *Deutsches Bienen Journal* 11(2), 54
- Rosenkranz, Peter (1985) Temperature preference of *Varroa jacobsoni* and distribution of the parasite within the brood nest of *Apis mellifera*. *Apidologie* 16, 213-214
- Rosenkranz, P.; Engels, W. (1985) Konsequente Drohnenbrutentnahme, eine wirksame biotechnische Maßnahme zur Minderung von Varroatose-Schäden an Bienenvölkern. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 19, 265-271
- Rosenkranz, Peter (1987) Temperature treatment of sealed worker brood as a method of controlling Varroatosis. *Apidologie* 18, 385-388
- Rosenkranz, P.; Rachinsky, A.; Strambi, C.; Schrickler, B.; Röpstorf, P.; Paulino Simoes, Z.L. (1989) Juvenile hormon titer in capped L5 larvae of various races of honeybees. *Apidologie* 20, 524-527
- Rosenkranz, Peter (1993 a) Varroatose-Bekämpfung mit Ameisensäure im Erlanger Magazin. Wirkung auf Bienen- und Brutmilben. *Imkerfreund* 48(6), 4-8
- Rosenkranz, P. (1993 b) A bioassay for the investigation of host-finding behavior in *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 24, 486-488

- 
- Rosenkranz, P.; Tewarson, N.C.; Rachinsky, A.; Strambi, A.; Strambi, C.; Engels, W. (1993) Juvenile hormone titer and reproduction of *Varroa jacobsoni* in capped brood stages of *Apis cerana indica* in comparison to *Apis mellifera ligustica*. *Apidologie* 24, 375-382
- Rosenkranz, P.; Bartalszky, H. (1996) Reproduction of *Varroa* females after long broodless periods of the honey bee colony during summer. *Apidologie* 27, 288-290
- Rosenkranz, P.; Fries, I.; Boecking, O.; Stürmer, M. (1997) Damaged *Varroa* mites in the debris of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies with and without hatching brood. *Apidologie* 28, 427-437
- Rosenkranz, P. (1998) Drohnenbrutentnahme zur *Varroa*-Kontrolle. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 32 (5), 14-15
- Rosenkranz, P.; Renz, M. (2003) *Varroa destructor* infestation of adult bees, worker brood and drone brood during the season and consequence for treatment concepts. *Apidologie* (34)5, 509-510
- Rosenkranz, Peter (2008) Winterverluste vermeiden. *ADIZ* 42(6), 7; *die Biene* 144(6), 7; *Imkerfreund* 63(7), 7
- Rothmaler, W. (1994) Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Kritischer Band. Jena: Gustav Fischer
- Ruhs, W.; Berg, S.; Tautz, J.; Zahner, V. (2006) Investigations on the loss of *Varroa destructor* from *Apis mellifera* foragers. *Apidologie* 37(5), 645-646
- Ruijter, Arie de (1987) Reproduction of *Varroa jacobsoni* during successive brood cycles of the honeybee. *Apidologie* 18(4), 321-326
- Rümenapf, Bernd (2000) persönliche Mitteilung
- Ruttner, Friedrich (1977) Zwischenbericht über den Verlauf des *Varroa*-Befalls. *Die Biene* 113(9), 353-354
- Ruttner, F.; Koeniger, N. (1979) Versuche zur Eliminierung der *Varroa*-Milben mit biologischen Methoden. In: Der XXVII. Internationale Bienenzüchterkongress der APIMONDIA. Athen, Griechenland, 14.-20. September 1979, Apimondia-Verlag, Bukarest, 400-402
- Ruttner, Friedrich; Koeniger, Nikolaus; Ritter, Wolfgang (1980) Brutstop und Brutentnahme. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 14, 159-160
- Ruttner, Friedrich; Ritter, Wolfgang (1980) Das Eindringen von *Varroa jacobsoni* nach Europa im Rückblick. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 14, 130-133
- Ruttner, F.; Ritter, W. (1981) Eine Methode zur Varroatosebehandlung über das Futter. *Apidologie* 12, 75-77

- 
- Ruttner, Friedrich (1991) Auf dem Wege zur varroafesten Carnica. neue BienenZeitung 2(12), 723
- Ruttner, F.; Hänel, H. (1992) Active defense against *Varroa* mites in a Carniolan strain of honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollmann). *Apidologie* 23, 173-187
- Ruttner, Friedrich (1996) Zuchttechnik und Zuchtauslese bei der Biene. München: Ehrenwirth
- Ruttner, F. (2003) Naturgeschichte der Honigbiene. Stuttgart: Franckh-Kosmos, 272
- Sachs, Lothar (2002) Angewandte Statistik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- Sakofski, F.; Koeniger, N.; Fuchs, S. (1990) Seasonality of honey bee colony invasion by *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 21, 547-550
- Sanzenbacher, Rolf (1994) Auswirkungen des Schröpfens auf Entwicklung, Schwarmtrieb und Honigleistung von Bienenvölkern der Carnica-Rasse. Hohenheim, Universität, Fakultät Biologie, Staatsexamensarbeit
- Schabanov, M.; Nedjalkoff, S.; Toschkoff, A. (1981) Eine schnelle und einfache Methode zur Varroatose-Diagnose. In: Diagnose und Therapie der Varroatose. Internationales Symposium über Bienenbiologie und -pathologie. Oberursel/Bad Homburg, Deutschland, 29. September - 1. Oktober 1980, Apimondia-Verlag, Bukarest, 108
- Schadwinkel, Werner (1998) Beobachtungsbericht. Deutsches Bienen Journal 6(8), IV; 6(9), III; 6(10), IV-V; 6(11) II-III
- Schadwinkel, Werner (1999) Beobachtungsbericht. Deutsches Bienen Journal 7(8), VI-VII; 7(9), III; 7(10), V; 7(11) III-IV
- Schadwinkel, Werner (2000) Beobachtungsbericht. Deutsches Bienen Journal 8(8), III-IV; 8(9), III; 8(10), III; 8(12) IV
- Schatton-Gademayer, Karin; Engels, Wolf (1988) Hämolympheproteine und Körpergewicht frischgeschlüpfter Bienen-Arbeiterinnen nach unterschiedlich starker Parasitierung durch Brutmilben (Hymenoptera: Apidae: *Apis mellifera* / Acarina: Varroidae: *Varroa jacobsoni*). *Entomol. Gener.* 14 (2), 93-101
- Schendera, Christian FG (2004) Datenmanagement und Datenanalyse mit dem SAS-System. München: Oldenbourg
- Schenk, Peter; Imdorf, Anton; Fluri, Peter (2001) Wirkungen von Niemöl auf Varroamilben und Bienen. Schweizerische Bienen-Zeitung (3), 25-27
- Schlenke, Ch.; Büchler, R. (2000) Simple laboratory assay to detect Bayvarol<sup>®</sup>-resistant *Varroa jacobsoni* mites. *Apidologie* 31(5), 627-628
- Schmickl, Thomas; Crailsheim, Karl (2004) Inner nest homeostasis in a changing environment with special emphasis on honey bee brood nursing and pollen supply. *Apidologie* 35, 249-263

- 
- Schmidt, Harald (1993) Ein Zwischenboden gegen die Milben. Deutsches Bienen Journal 1(5), 258-259
- Schmidt, J. (1994) Does a shortening of the post-capping period influence the development of *Varroa* and bee populations respectively? *Apidologie* 25, 497-498
- Schmidt-Bailey, J.; Fuchs, S. (1997) Experiments for the efficiency of *Varroa* control with drone brood-trapping combs. *Apidologie* 28, 184-186
- Schmidt-Bailey, Jörg (1999) Populationsdynamische Grundlagen zur biologischen Bekämpfung des Bienenparasiten *Varroa jacobsoni* Oud. durch Drohnenbrut-Fangwaben bei Abwesenheit von Arbeiterinnebrut. Frankfurt am Main, Johann Wolfgang Goethe - Universität, Fachbereich Biologie, Dissertation
- Schneider, Petra (1985) Infestation of foragers, nurse bees and drones (inside and outside the hive) with *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 16, 209-210
- Schneider, Petra (1986) The influence of *Varroa* infestation during pupal development on the flight activity of the worker honey bees. *Apidologie* 17, 366-368
- Schneider, Petra; Drescher, Wilhelm (1987) Einfluss der Parasitierung durch die Milbe *Varroa jacobsoni* Oud. auf das Schlupfgewicht, die Gewichtsentwicklung, die Entwicklung der Hypopharynxdrüsen und die Lebensdauer von *Apis mellifera* L. *Apidologie* 18(1), 101-109
- Schroeder, A.; Wallner, K.; Weber, D. (2004) Amitraz as acaricide – influence on the honey quality. *Apidologie* 35(5), 535-536
- Schulz, Alfred (1983) Fortpflanzungsdynamik bei *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 14, 269-270
- Schulz, A.; Koeniger, N.; Ruttner, F. (1983) Drohnenbrut als *Varroa*-Falle. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 17(1), 52-54
- Schuster, Hubert (1997) Vergleich verschiedener Verfahren zur *Varroa*abekämpfung mit Ameisensäure. *Imkerfreund* 52(7), 4-12
- Schuster, Hubert (1998) *Varroa*abekämpfung mit 85 %iger Ameisensäure. *Imkerfreund* 53(6), 4-7
- Schuster, Hubert; Bosch, Ursula (2001) *Varroa*spätbehandlung, auf der Suche nach Alternativen. Orientierende Versuche mit Niembaum-Produkten. *ADIZ/die biene/Imkerfreund* (10), 21-22
- Schuster, Hubert (2004) Brutentnahme zur *Varroa*abekämpfung, eine Alternative? *ADIZ* 38(8), 22-23; *die biene* 140(8), 22-23; *Imkerfreund* 59(8), 22-23
- Schwenkel, Jürgen (1998) Umfrage zu den Bienenverlusten '97/98. *ADIZ/die biene/Imkerfreund* (4), 3
- Seeley, Thomas D. (2002) The effect of drone comb on a honey bee colony's production of honey. *Apidologie* 33, 75-86

- 
- Seeley, Thomas D. (2007) Honey bees of the Arnot Forest: a population of a feral colonies persisting with *Varroa destructor* in the northeastern United states. *Apidologie* 38(1), 19-29
- Seifert, Liselotte (1968) Die Honigbiene – ihre Krankheiten und Schädlinge. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag
- Shaw, K.E.; Davidson, G.; Clark, S.J.; Ball, B.V.; Pell, J.K.; Chandler, D.; Sunderland, K.D. (2002) Laboratory bioassays to assess the pathogenicity of mitosporic fungi to *Varroa destructor* (Acari: Mesostigmata), an ectoparasitic mite of the honeybee, *Apis mellifera*. *Biological Control* 24 (3), 266-276
- Simianer, H.; König, S. (2002) Ist Zucht auf Krankheitsresistenz erfolgreich? *Züchtungskunde* 74(6), 413-425
- Smirnow, A.M. (1979) Aktuelle Ergebnisse der sowjetischen Wissenschaft über Ätiologie, Pathogenie, Epizootologie, Diagnose und Bekämpfung der Varroatose. In: Bekämpfung und Vorbeugung der Varroatose. OIE/APIMONDIA-Seminar über Bienenpathologie. Bukarest, Rumänien, 21. bis 24. August 1978, Apimondia-Verlag, Bukarest, 60-74
- Sommer, Klaus (1983) Wissensspeicher Chemie. Berlin: Volk und Wissen
- Spivak, Marla (1996) Honey bee hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*. *Apidologie* 27, 245-260
- Spivak, Marla; Reuter, Gary S. (1998) Performance of hygienic honey bee colonies in a commercial apiary. *Apidologie* 29, 291-302
- Spivak, Marla; Reuter, Gary S. (2001) Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior. *Apidologie* 32, 555-565
- Spreafico, Massimo; Eördegh, Francesca Romana; Bernardinelli, Iris; Colombo, Mario (2001) First detection of strains of *Varroa destructor* resistance to coumaphos. Results of laboratory tests and field trials. *Apidologie* 32, 49-55
- Steche, Wolfgang (1961) Der Eiweißhaushalt des Bienenvolkes und die Nosematose der Honigbiene. *Zeitschrift für Bienenforschung* 5(6), 145-176
- Steche, W. (1975) Der Einfluss der Pollenversorgung der Bienenvölker im Herbst auf das Verhalten der Völker und die Entwicklung von *Nosema apis* im Winter und Frühjahr. *Apidologie* 6(4), 386-387
- Steche, Wolfgang (1976) Ablegerbildung – das Rückgrat einer gesunden Imkerei. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 10(12), 463-469
- Steiner, J. (1993) Verteilung von *Varroa jacobsoni* im drohnenfreien Bienenvolk (*Apis mellifera carnica*). *Apidologie* 24, 45-50

- 
- Stoya, W.; Wachendörfer, G.; Kary, I.; Siebentritt, P.; Kaiser, E. (1986) Ameisensäure als Therapeutikum gegen Varroatose und ihre Auswirkungen auf den Honig. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 82(7), 217-221
- Stoya, W.; Wachendörfer, G.; Kary, I.; Siebentritt, P.; Kaiser, E. (1988) Milchsäure als Therapeutikum gegen die Varroamilbe. Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung 22(9), 3-5
- Strauch, Gerhard (1992 a) Gegendarstellung zum Artikel von Dr. Mautz in nBZ 8/92, S. 37 „Die ANP-Wabe in ihrer praktischen Erprobung“. neue BienenZeitung 3(10), 608
- Strauch, Gerhard (1992 b) Neue Perspektiven in der Bienenzucht. neue BienenZeitung 3(10), 608-610
- Strauch, Gerhard (1992 c) Das TRI Bio-System – der Beginn eines neuen Zeitalters in der Imkerei. neue BienenZeitung 3(11), 692-694
- Strauch, Gerhard (2002) mündliche Mitteilung, Weiterbildung der Bienensachverständigen des Landesverbandes Brandenburgischer Imker e.V., 09.02.2002, Potsdam
- Struck, Christine; Holt, Markus; Ameier, Pia; Kirchner, Wolfgang H. (2005) Screening von *Varroa destructor* auf spezifische milbenparasitische Pilze. In: Bees, Ants and Termites: Applied and Fundamental Research. Proceedings (edited by HH Kaatz, M Becher, RFA Moritz): First Joint Conference of the Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung and the German Speaking Section of the International Union for the Study of Social Insects, March 14.-18.2005, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle/Saale, Germany, p. 91
- Stürmer, M.; Rosenkranz, P. (1994) The importance of the phoretic phase for the oogenesis of *Varroa jacobsoni*. Apidologie 25, 453-455
- Szabo, Tibor I.; Walker, C.R. Timothy (1995) Damages to Dead *Varroa jacobsoni* Caused by the Larvae of *Galleria mellonella*. American Bee Journal (5), 421-422
- Szakolocsai, J. (1981) Das Vordringen der Varroatose in Ungarn und die Massnahmen zu Ihrer Bekämpfung. In: Harnaj V., Gnädinger F., Ruttner F. (Hrsg.) Diagnose und Therapie der Varroatose. Internationales Symposium über Bienenbiologie und – pathologie. Oberursel/Bad Homburg, Deutschland, 29. September - 1. Oktober 1980, Apimondia-Verlag, Bukarest, 75-76
- Talpay, Béla (1989) Inhaltstoffe des Honigs – Ameisensäure (Formiat). Deutsche Lebensmittel-Rundschau 85(5), 143-147
- Tentcheva, Diana; Gauthier, Laurent; Bagny, Leila; Fievet, Julie; Dainat, Benjamin; Cousserans, François; Colin, Marc Edouard; Bergoin, Max (2006) Comparative analysis of deformed wing virus (DWV) RNA in *Apis mellifera* and *Varroa destructor*. Apidologie 37, 41-50
- Thakur, R.K.; Bienefeld, K.; Keller, R. (1996) Observations on defense behaviour of *Apis mellifera carnica* against *Varroa jacobsoni* with the help of infrared photography. Apidologie 27, 284-286

- Thompson, Helen M.; Brown, Michael; Ball, Richard F.; Bew, Medwin H. (2002) First report of *Varroa destructor* resistance to pyrethroids in UK. *Apidologie* (33), 357-366
- Titow, W.F.; Bepalowa, T. S.; Sharow, A.W. (1989) Противоварроатозная эффективность станет выше (Die Effektivität der Varroa-Bekämpfung wird größer). *Ptschelowodstwo* (1), 18-20
- Todd, Jacqui H.; de Miranda, Joachim R.; Ball, Brenda, V. (2007) Incidence and molecular characterization of viruses found in dying New Zealand honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with *Varroa destructor*. *Apidologie* 38(4), 354-367
- Trageser, Hermann (1987) Untersuchungen von Honig nach Ameisensäureanwendung. *die biene* (9), 453-454
- Trouiller, J.; Arnold, G.; Chappe, B.; Le Conte, Y., Billion, A.; Masson, C. (1994) The kairomonal esters attractive to the *Varroa jacobsoni* mite in the queen brood. *Apidologie* 25, 314-321
- Trouiller, Jérôme (1998) Monitoring *Varroa jacobsoni* resistance to pyrethroids in western Europe. *Apidologie* 29, 537-546
- Ullmann, M.; Würkner, W. (1991) Was bringt die Fangwabe? *die biene* 127(4), 203-206
- Ullmann, M.; Würkner, W. (1992) Versuche zur Bestimmung der Wirksamkeit einer imkerlichen Verminderung des Varroabefalls während des Sommers. *Imkerfreund* 47(6), 14-16
- Vandame, Remy; Morand, Serge; Colin, Marc-E.; Belzunces, Luc P. (2002) Parasitism in the social bee *Apis mellifera*: quantifying costs and benefits of behavioral resistance to *Varroa destructor* mites. *Apidologie* (33), 433-445
- Verordnung zur Neuordnung lebensmittelrechtlicher Vorschriften über Zusatzstoffe vom 29.1.1998. BGBl. I, S. 230-309
- Vesely, Vladimir; Peroutka, Miloslav (1984) Bewertung der Methode zur radikalen Eindämmung der Varroatose. *Apidologie* 15(4), 379-388
- Vesely, V.; Malonova, H.; Titera, D. (1995) Acrinathrin, effective varroacide and its residues in stores, honey and wax. *Apidologie* 26, 321-322
- Vorwohl, G. (1994) Die Probleme der Resistenz gegen Akarizide. *Deutsches Bienen Journal* 2(8), 451
- Wachendörfer, G.; Kaiser, E.; Krämer, K.; Seinsche, D. (1983) Labor- und Feldversuche mit einem von KRÄMER modifizierten Ameisensäure-Dämmplatten-Verfahren zur Varroatosebehandlung. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 17, 339-344
- Wachendörfer, Günter; Fijalkowski, Jacek; Kaiser, Erich; Seinsche, Dieter; Siebentritt, Jana (1985) Labor- und Feldversuche mit der Illertisser Milbenplatte als neue

- 
- Anwendungsform der Ameisensäure im Rahmen der Varroatose-Bekämpfung.  
*Apidologie* 16, 291-305
- Wachendörfer, G.; Keding, H. (1988) Beurteilung von Rückständen im Honig aus der Sicht der amtlichen Lebensmittelüberwachung. *Allgemeine Deutsche Imker-Zeitung* 22(12), 414-421
- Wagner, H.; Garrido, C.; Büchler, R.; Hoy, S. (2006) Hygienic behavior depending on *Varroa destructor* infestation and reproduction. *Apidologie* 37(5), 646-647
- Wahl, O. (1975) Physiologischer Zustand und Giftempfindlichkeit der Honigbiene.  
*Apidologie* 6(4), 393-394
- Wallner, Alois (1991) Varroa-Abwehr. *neue BienenZeitung* 2(12), 724-725
- Wallner, K. (1992) Diffusion of active varroacide constituents from beeswax into honey.  
*Apidologie* 23, 387-389
- Wallner, K.; Pechhacker, H. (1994) Residuals in honey and wax caused by *Varroa* treatment.  
*Apidologie* 25, 505-506
- Wallner, Klaus (1997 a) Nebeneffekte bei der Varroatosebekämpfung. *Deutsches Bienen Journal* 5(3), 108-110
- Wallner, Klaus (1997 b) Rückstandsuntersuchungen der Landesanstalt für Bienenkunde Stuttgart-Hohenheim. In: Bericht über die Tätigkeit des Deutschen Imkerbundes e.V. 1996/1997, 21-25
- Wallner, Klaus (1999) Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie* 30(2-3), 235-248
- Wallner, Klaus (2001 a) Wirkstoffanreicherung im Wachs minimieren! *ADIZ/die biene/Imkerfreund* (3) 20-22
- Wallner, Klaus (2001 b) Finger weg vom Asuntol-Pulver! *ADIZ/die biene/Imkerfreund* (11) 9
- Wallner, Klaus (2002) Rückstandsuntersuchungen an der Landesanstalt für Bienenkunde Stuttgart-Hohenheim. In: Bericht über die Tätigkeit des Deutschen Imkerbundes e.V. 2001/2002, 26-33
- Wallner, Klaus (2006) Pro und Contra zur Frage der Anwendung von ätherischen Ölen zur Varroabekämpfung. *Bienenwelt* 48(7), 10-12
- Wallner, Klaus (2007) Bericht über die Rückstandsuntersuchungen an der Landesanstalt für Bienenkunde in Hohenheim. In: Bericht über die Tätigkeit des Deutschen Imkerbundes e.V. 2006/2007, 51-53
- Wehling, M.; Ohe, W. von der; Ohe, K. von der (2002) Natural content of formic and oxalic acids in honeys. *Apidologie* (33)5, 464-465

- Weinberg, K.P.; Madel, G. (1985) The influence of the mit *Varroa jacobsoni* Oud. on the protein concentration and the haemolymph volume of the brood of worker bees and drones of the honey bee *Apis mellifera* L. *Apidologie* 16, 421-435
- Wiesner, Ekkehard; Ribbeck, Regine (1991) Wörterbuch der Veterinärmedizin. Jena: Gustav Fischer
- Wilde, J.; Koeniger, N. (1992) Breeding for a short post-capping period in *Apis mellifera carnica* worker brood after initial crossing with *Apis mellifera capensis*. *Apidologie* 23, 354-357
- Wilde, J.; Siuda, M. (1997) Effect of short post-capping period of worker brood on the rate of development of *Varroa jacobsoni* Oud and on colony performance (*Apis mellifera* L.). *Apidologie* 28, 230-232
- Wille, Hans (1981) Ein- und Auswinterung, Gereimtes und Ungereimtes. Schweizerische Bienen-Zeitung 104(9), 444-460
- Witherell, Peter C.; Bruce, William A. (1990) *Varroa* Mite Detection in Beehives: Evaluation of Sampling Methods Using Tobacco Smoke, Fluvalinate Smoke, Amitraz Smoke and Ether-Roll. *American Bee Journal* 130(2), 127-129
- Yue, Constanze; Genersch, Elke (2005) RT-PCR analysis of Deformed wing virus in honey bees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*). *Journal of General Virology* 86, 3419-3424
- Zetlmeisl, K.; Rosenkranz, P. (1994) *Varroa* females in a bioassay: host recognition of honey-bee larvae and adult bees. *Apidologie* 25, 507-508
- Zhang, Qiansong; Ongus, Juliette R.; Boot, Willem Jan; Calis, Johan; Bonmatin, Jean-Marc; Bengsch, Eberhard; Peters, Dick (2007) Detection and localisation of picorna-like virus particles in tissues of *Varroa destructor*, an ectoparasite of the honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology* 96, 97-105

## 7. Anhang

### 7.1. Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut – Erläuterungen, Tabellen und Abbildungen zu den Versuchsjahren 3 und 4

In den Jahren 2000 und 2001 wurden **Feldversuche mit Imkern an ihren eigenen Bienenständen** durchgeführt. Es beteiligten sich Imker aus den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Sie hielten ihre Bienen nicht nur in verschiedenen Regionen, sondern auch in unterschiedlichen Beuten: In der Hinterbehandlungsbeute „Normbeute '52“, in der „Sachsen-Magazin-Beute“, in der „Segeberger Kunststoff-Magazinbeute“, in der „Theodor-Martin-Magazinbeute“, im „Schweriner Magazin“ und im „Pientka-Magazin“. Während erstere vier Typen auf dem Deutsch-Normalmaß basieren, handelt es sich bei den letzten beiden um Langstroth-Flachzargenmagazine. Hierdurch konnte ein breites Spektrum der imkerlichen Praxis abgedeckt werden.

Während im Jahre 2000 sieben Imker von 88 Völkern auswertbare Daten lieferten, waren es im Jahre 2001 fünf Imker mit 55 Völkern. Weitere Teilnehmer gaben zwischenzeitlich infolge eigener gesundheitlicher Probleme oder bedingt durch den für sie ungewohnten hohen Versuchs- und Dokumentationsaufwand auf.

Die Imker nutzten die ihnen zur Verfügung stehende Tracht und hatten auch bei der Wahl der Bearbeitungstermine ihrer Völker freie Hand. Einzige Bedingung: Aus dem verfügbaren Völkerbestand waren für die Teilnahme am Feldversuch zwei Gruppen aus vergleichbaren Völkern zu bilden – eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe. Bei der Gruppenzuordnung sollten berücksichtigt werden:

- Befallsgrad der Bienen mit *Varroa*-Milben,
- Volksstärke (Anzahl besetzter Waben).

Die zu diesen Versuchsbedingungen vorliegenden Daten sind jedoch unvollständig und daher nicht auswertbar.

Diese Versuchsvariante entspricht methodisch grundlegend den Versuchsjahren 1 und 2 (Abb. 1). Die am Feldversuch beteiligten Imker gingen aufgrund der vorgegebenen Versuchsanleitung in nahezu gleicher Weise vor. Deren Bienenstände wurden in Versuchs- und Kontrollvölker aufgeteilt. Den Versuchsvölkern wurde **einmal zur Zeit des aufkommenden Schwarmtriebes die gesamte verdeckelte Brut entnommen**, den Kontrollvölkern jedoch nicht. Am Ende der Trachtperiode sind alle Völker mit Ameisensäure

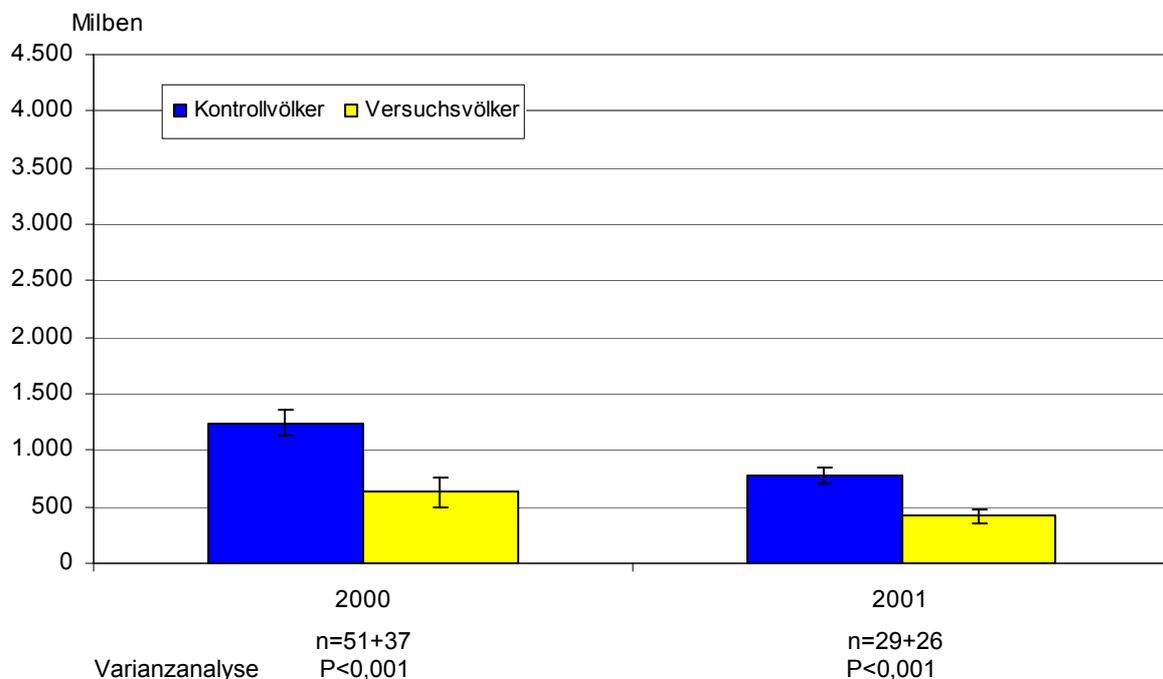
behandelt worden. Die Wintereinfütterung der Völker erfolgte entsprechend der beim jeweiligen Imker bewährten Methode.

Da aus diesen Feldversuchen nur auswertbare Daten zum Milbenfall nach Behandlung und zum Honigertrag zur Verfügung stehen, ist keine durchgehende Vergleichbarkeit mit dem in vorliegenden Exaktversuchen gewonnenen Datenmaterial gewährleistet. Deshalb werden diese Feldversuche nicht in den Hauptteil vorliegender Arbeit aufgenommen, sondern als ergänzende Information im Anhang dargestellt.

Um die im Rahmen des Feldversuches untersuchten unterschiedlich großen Gruppen der verschiedenen Imker sinnvoll vergleichen zu können, wurden die standortbedingten Effekte mittels der SAS-Anweisung LSMEANS (Least Square Means) herauskorrigiert.

### Varroa-Milbenfall nach Ameisensäurebehandlung

Bei den Versuchsvölkern der am Feldversuch beteiligten Imker sind infolge Behandlung mit Ameisensäure am Ende der jeweiligen Bienensaison nach Korrektur um Standorteffekte mit 51 bzw. 53 % signifikant weniger adulte *Varroa*-Weibchen gefallen als bei den Kontrollvölkern (Abb. 62). Die Ergebnisse beider Jahre stimmen somit überein und bestätigen jene der Versuchsjahre 1 und 2.

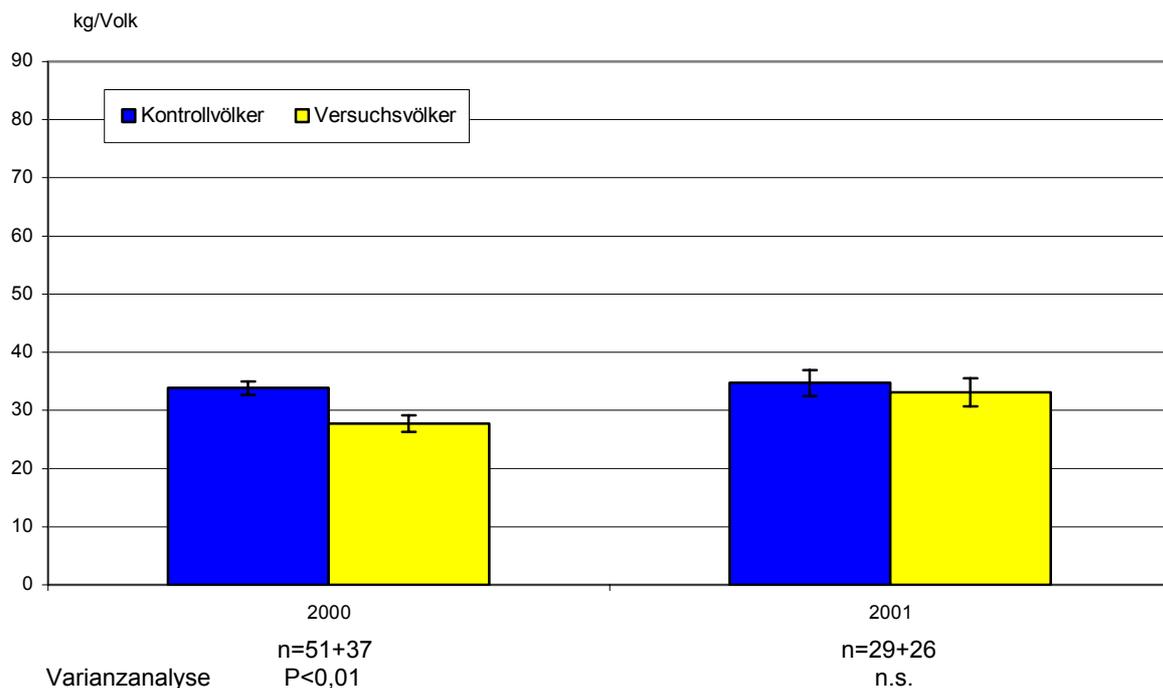


**Abb. 62:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Milbenfall** der Versuchsvölker **nach Behandlung mit Ameisensäure** im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern.  
3. und 4. Versuchsjahr: Feldversuch 2000 und 2001 (um die Standorteffekte korrigierten Mittelwerte ± Standardfehler)

Auffallend ist jedoch, dass die Völker der am Feldversuch beteiligten Imker einen generell geringen Milbenfall aufweisen. Dies spricht für den Erfolg ihrer Bemühungen um eine erfolgreiche *Varroa*-Bekämpfung. Für die sonstigen Versuche wurde jedoch ein höherer Befall in Kauf genommen, um die versuchsbedingten Effekte deutlich werden zu lassen.

### Honigertrag

Weil die Imker sowohl zu verschiedenen Zeitpunkten als auch unterschiedlich häufig ihren Honig ernteten ist nur der Gesamtertrag vergleichbar. Für diesen Vergleich wurden die standortbedingten Effekte mittels der SAS-Anweisung LSMEANS (Least Square Means) herauskorrigiert. Dies war insbesondere aufgrund der unterschiedlichen Gruppengrößen erforderlich.



**Abb. 63:** Auswirkung der **einmaligen Entnahme der gesamten verdeckelten Brut** auf den **Honigertrag** der Versuchsvölker im Vergleich zu den nicht geschröpften Kontrollvölkern. 3. und 4. Versuchsjahr Feldversuch 2000 und 2001 (um die Standorteffekte korrigierten Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler)

Die Ergebnisse beider Jahre weichen zwar geringfügig voneinander ab (Abb. 63), bestätigen aber übereinstimmend, dass infolge der einmaligen kompletten Brutentnahme mit Ertragseinbußen zu rechnen ist. Fasst man die Feldversuche von 2000 und 2001 zusammen,

ergibt sich für die Versuchsgruppen (30,0 kg/Volk  $\pm$ 1,3; n=12 Gruppen mit n=63 Völkern) ein um 12 % signifikant geringerer Honigertrag als für die Kontrollgruppen (34,2 kg/Volk  $\pm$ 1,1; n=12 Gruppen mit n=80 Völkern; Varianzanalyse  $P < 0,05$ ). Für das bessere Ergebnis im Jahr 2000 können Lerneffekte bei den Imkern verantwortlich sein. Dennoch sind die Differenzen zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen in beiden Jahren kleiner als im eigenen Versuch aus dem Jahre 1999, was vermutlich auf das niedrigere Ertragsniveau im Feldversuch zurückzuführen ist.

## 7.2. Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

### Legende:

- Versuchsvariante (Vv) 1: Einmalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut
- Versuchsvariante (Vv) 2: Dreimalige partielle Entnahme der verdeckelten Brut
- Versuchsvariante (Vv) 3: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit späterer Vereinigung zweier Muttervölker
- Versuchsvariante (Vv) 4: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines teilsanierten Ablegers
- Versuchsvariante (Vv) 5: Zweimalige Entnahme der gesamten verdeckelten Brut mit Rückvereinigung eines sanierten Ablegers

### Tabellen:

Tab. 1: Aktuell in Deutschland zugelassene Varroazide		S. 12
Tab. 2: Bienengewicht für die Auswertung von Bienenproben zwecks Ermittlung des Befalls mit <i>Varroa destructor</i>		S. 69
Tab. 3: Arbeitszeitaufwand zum Auswaschen von Bienenproben zwecks Ermittlung des Befalls mit <i>Varroa destructor</i>		S. 70
Tab. 4: Regressionskoeffizienten für Merkmale der Volksstärke		S. 77
Tab. 5: Populationsdaten der Völker (Versuchsjahr 1 / Stand 1)	Vv 1	S. 81
Tab. 6: Populationsdaten der Völker (Versuchsjahr 1 / Stand 2)	Vv 1	S. 85
Tab. 7: Befallsgrad der Bienenproben (Versuchsjahr 1 / Stand 1)	Vv 1	S. 111
Tab. 8: Befallsgrad der Bienenproben (Versuchsjahr 1 / Stand 2)	Vv 1	S. 113
Tab. 9: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte (Versuchsjahr 2)	Vv 1	S. 148
Tab. 10: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte	Vv 2	S. 150
Tab. 11: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte	Vv 3	S. 153
Tab. 12: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte	Vv 4	S. 155
Tab. 13: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte (Versuchsjahr 1)	Vv 5	S. 157
Tab. 14: Ermittlung des Korrekturwertes für den Honigertrag infolge unterschiedlich groß belassener Wintervorräte (Versuchsjahr 2)	Vv 5	S. 160
Tab. 15: Netto-Arbeitszeit / Volk	Vv 2	S. 170
Tab. 16: Netto-Arbeitszeit / Volk	Vv 3	S. 172
Tab. 17: Netto-Arbeitszeit / Volk	Vv 4	S. 173
Tab. 18: Netto-Arbeitszeit / Volk (Versuchsjahr 1)	Vv 5	S. 175
Tab. 19: Netto-Arbeitszeit / Volk (Versuchsjahr 2)	Vv 5	S. 177
Tab. 20: Zusammenfassung der wichtigsten Versuchs-Ergebnisse		S. 179

Abbildungen:

Abb. 1: Schematische Darstellung des Managements der Bienenvölker	Vv 1	S. 48
Abb. 2: Schematische Darstellung des Managements der Bienenvölker	Vv 2	S. 52
Abb. 3: Schematische Darstellung des Managements der Bienenvölker	Vv 3	S. 55
Abb. 4: Schematische Darstellung des Managements der Bienenvölker	Vv 4	S. 58
Abb. 5: Schematische Darstellung des Managements der Bienenvölker	Vv 5	S. 61
Abb. 6: Volksentwicklung (Versuchsjahr 1 / Stand 1)	Vv 1	S. 81
Abb. 7: Überwinterungsquote & Bestandsentw. (Versuchsjahr 1 / Stand 1)	Vv 1	S. 82
Abb. 8: Volksentwicklung (Versuchsjahr 1 / Stand 2)	Vv 1	S. 85
Abb. 9: Überwinterungsquote & Bestandsentw. (Versuchsjahr 1 / Stand 2)	Vv 1	S. 86
Abb. 10: Volksentwicklung (Versuchsjahr 2)	Vv 1	S. 89
Abb. 11: Überwinterungsquote & Bestandsentwicklung (Versuchsjahr 2)	Vv 1	S. 89
Abb. 12: Volksentwicklung	Vv 2	S. 93
Abb. 13: Überwinterungsquote & Bestandsentwicklung	Vv 2	S. 93
Abb. 14: Volksentwicklung	Vv 3	S. 97
Abb. 15: Überwinterungsquote & Bestandsentwicklung	Vv 3	S. 97
Abb. 16: Volksentwicklung	Vv 4	S. 100
Abb. 17: Überwinterungsquote & Bestandsentwicklung	Vv 4	S. 100
Abb. 18: Volksentwicklung (Versuchsjahr 1)	Vv 5	S. 104
Abb. 19: Überwinterungsquote & Bestandsentwicklung (Versuchsjahr 1)	Vv 5	S. 104
Abb. 20: Volksentwicklung (Versuchsjahr 2)	Vv 5	S. 107
Abb. 21: Überwinterungsquote & Bestandsentwicklung (Versuchsjahr 2)	Vv 5	S. 107
Abb. 22: Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen (Versuchsjahr 1 / Stand 1)	Vv 1	S. 111
Abb. 23: Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen (Versuchsjahr 1 / Stand 2)	Vv 1	S. 113
Abb. 24: Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen (Versuchsjahr 2)	Vv 1	S. 114
Abb. 25: Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen	Vv 2	S. 116
Abb. 26: Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen	Vv 3	S. 118
Abb. 27: Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen	Vv 4	S. 119
Abb. 28: Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen (Versuchsjahr 1)	Vv 5	S. 121
Abb. 29: Entwicklung des <i>Varroa</i> -Befalls der Bienen (Versuchsjahr 2)	Vv 5	S. 122
Abb. 30: Milbenfall nach Behandlung (Versuchsjahr 1 / Stand 1)	Vv 1	S. 123
Abb. 31: Milbenfall nach Behandlung (Versuchsjahr 1 / Stand 2)	Vv 1	S. 124
Abb. 32: Milbenfall nach Behandlung (Versuchsjahr 2)	Vv 1	S. 125
Abb. 33: Milbenfall nach Behandlung	Vv 2	S. 126
Abb. 34: Milbenfall nach Behandlung	Vv 3	S. 128
Abb. 35: Milbenfall nach Behandlung	Vv 4	S. 129
Abb. 36: Milbenfall nach Behandlung (Versuchsjahr 1)	Vv 5	S. 131
Abb. 37: Milbenfall nach Behandlung (Versuchsjahr 2)	Vv 5	S. 133
Abb. 38: Nettozunahme der Völker (Versuchsjahr 1 / Stand 1)	Vv 1	S. 134
Abb. 39: Nettozunahme der Völker (Versuchsjahr 1 / Stand 2)	Vv 1	S. 136
Abb. 40: Nettozunahme der Völker (Versuchsjahr 2)	Vv 1	S. 137
Abb. 41: Nettozunahme der Völker	Vv 2	S. 138

---

Abb. 42: Nettozunahme der Völker	Vv 3	S. 139
Abb. 43: Nettozunahme der Völker	Vv 4	S. 141
Abb. 44: Nettozunahme der Völker (Versuchsjahr 1)	Vv 5	S. 142
Abb. 45: Nettozunahme der Völker (Versuchsjahr 2)	Vv 5	S. 144
Abb. 46: Honigertrag (Versuchsjahr 1 / Stand 1)	Vv 1	S. 146
Abb. 47: Honigertrag (Versuchsjahr 1 / Stand 2)	Vv 1	S. 147
Abb. 48: Honigertrag (Versuchsjahr2)	Vv 1	S. 149
Abb. 49: Honigertrag	Vv 2	S. 151
Abb. 50: Honigertrag	Vv 3	S. 153
Abb. 51: Honigertrag	Vv 4	S. 155
Abb. 52: Honigertrag (Versuchsjahr 1)	Vv 5	S. 158
Abb. 53: Honigertrag (Versuchsjahr 2)	Vv 5	S. 160
Abb. 54: Schwarmtrieb (Versuchsjahr 1 / Stand 1)	Vv 1	S. 162
Abb. 55: Schwarmtrieb (Versuchsjahr 1 / Stand 2)	Vv 1	S. 163
Abb. 56: Schwarmtrieb (Versuchsjahr 2)	Vv 1	S. 164
Abb. 57: Schwarmtrieb	Vv 2	S. 165
Abb. 58: Schwarmtrieb	Vv 3	S. 166
Abb. 59: Schwarmtrieb	Vv 4	S. 167
Abb. 60: Schwarmtrieb (Versuchsjahr 1)	Vv 5	S. 168
Abb. 61: Schwarmtrieb (Versuchsjahr 2)	Vv 5	S. 169
Anhang		
Abb. 62: Milbenfall nach Behandlung (Versuchsjahre 3 + 4)	Vv 1	S. 231
Abb. 63: Honigertrag (Versuchsjahre 3 + 4)	Vv 1	S. 232

## Publizierte Ergebnisse

- Radtke, Jens; Schröder, Marion (2000) The influence of the removal of brood on the *Varroa jacobsoni* population and honey production of bee colonies. *Apidologie* 31(5), 625-627
- Radtke, Jens; Schröder, Marion (2001) Effect of removing parts of the brood at staggered intervals on the development of *Varroa destructor* infestation and honey production in bee colonies. *Apidologie* 32(5), 518-520
- Radtke, Jens; Schröder, Marion; Pingel, Heinz; von Borell, Eberhard (2002) Zum Einfluss der Varroa-Bekämpfung mittels Kombination aus Ablegerbildung und modifiziertem Fangwabenverfahren auf Leistungsparameter von Bienenvölkern. In: Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. und der Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaft. Halle, 18. – 19. September 2002. Kurzfassungen
- Radtke, Jens; Schröder, Marion (2002) Study on limiting *Varroa destructor* infestation in bee colonies using a combination of the nucleus colonies produced an a modified catch comb method. *Apidologie* 33(5), 480-481
- Radtke, Jens (2003) Population dynamics of *Varroa destructor*: Study of the development of the level of investment of *Apis mellifera*-colonies in different years. *Apidologie* 34(5), 506-507
- Radtke, Jens (2006) Hohen Neuendorfer Betriebsweise im Feldversuch. *Deutsches Bienen Journal* 14(6), 248-249
- Radtke, Jens (2007) Hohen Neuendorfer Betriebsweise – Ein erfolgreicher Weg zum Imkern mit der Varroa-Milbe. *Die neue Bienenzucht* 34(7), 221-224
- Radtke, Jens (2008) Schlecht ausgewinterte Völker schröpfen? *Deutsches Bienen Journal* 16(4), 154-155

## Lebenslauf

10. 10. 1965	geboren in Ludwigslust		
1972 – 1984	Schulbildung:	Abschluss	<b>Abitur</b>
1984 – 1986	Berufsausbildung:	Abschluss	<b>Imker</b>
1988 – 1990	Meisterausbildung:	Abschluss	<b>Imkermeister</b>
1986 – 1991	Studium an der Universität Leipzig:	Abschluss	<b>Diplom-Agrarpädagoge</b>
1991 – 1994	Stipendiat der Konrad-Adenauer-Stiftung		
seit Jan. 1995	am Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf:	<b>Wiss. Mitarbeiter</b>	

Zusatzqualifikationen:

Bienensachverständiger  
Zuchtrichter für Honigbienen  
Besamungstechniker für Honigbienen

## Tätigkeitsschwerpunkte

- Forschung: Bienenhaltung / Bienenpathologie (Bekämpfung der Varroose)  
Bienenhaltung / Honigqualität (Einflussmöglichkeiten des Imkers)  
Bestäubungsnutzen der Honigbiene bei Kultur- und Wildpflanzen
- Fachberatung für Imker, Verbände und Behörden zu allen bienenkundlichen Fragestellungen
- Schulung der Imker zu Bienenhaltung, Bienenpathologie, Honigerzeugung und –vermarktung, Bienenweide, Bestäubung, Öffentlichkeitsarbeit / Nachwuchsgewinnung
- Schulung der Landwirte zu Bestäubung, Bienenweide, Pflanzenschutz
- Leitungstätigkeit Abt. Bienenhaltung / Bienenpathologie, Abt. Honig / Bestäubung
- Bauleitung für landwirtschaftliche Gebäude (Imkerei, Labortrakt)

## Danksagung

Die vorliegende Arbeit wäre ohne die uneigennützig Unterstützung anderer so nicht möglich gewesen. Ihnen möchte ich an dieser Stelle aufrichtig danken.

So gilt mein besonderer Dank Rosemarie und Norbert, Frieda und Reinhold Radtke, die mir die Möglichkeit gaben, die Landwirtschaft als Lebensgrundlage des Menschen in ihrer Vielfalt zu erleben und meinen Weg in eine ihrer wohl faszinierendsten Richtungen einzuschlagen. Ebenso wenig fehlte es an der Unterstützung, diesen Weg zielstrebig zu gehen.

Ebenso herzlich danke ich Dr. Joachim Zastrow, Ilse Petzak, Heidemarie Drigalla, Dieter Bernstein, Manfred Hartwig sowie Reinhard Neumann, die mir meinen Weg öffneten und an den ersten Hindernissen motivierend wie hilfreich zur Seite standen. Schließlich bin ich auch Prof. Dr. Erdmann Röhlig zu aufrichtigem Dank verpflichtet. Er gab mir die Freiheit, mich frühzeitig abseits ausgetretener Pfade der bienenkundlichen Forschung zu nähern und mir dabei vielfältiges Rüstzeug zuzulegen. Und so führte der Weg unweigerlich zu Prof. Dr. Heinz Pingel und Prof. Dr. Günter Pritsch, die mir den Zugang zur bienenkundlichen Forschung ebneten. Die nun bestehenden Möglichkeiten nutzen zu können, ist das besondere Verdienst der Konrad-Adenauer-Stiftung, die für eine ebenso unbürokratische wie großzügige Starthilfe verantwortlich zeichnete.

Nicht zuletzt richte ich auch gern meinen Dank an Marion Schröder und Philipp Neuberger, die im oftmals kalten und trüben Morgengrauen die für die Versuche erforderlichen Populationsschätzungen unvoreingenommen und somit objektiv durchführten. Dank auch an Uwe Gerber und Mario Neumann, mich zu jeder Tag- und Nachtzeit bereitwillig bei der Wanderung der Bienenvölker oder beim Transport des mehr oder weniger reichlich geernteten Honigs zu unterstützen.

Ein Teil der Versuche musste als Praxistest vor Imkern in verschiedenen Bundesländern bestehen. Auch diesen Imkern sei für ihre Unterstützung aufrichtig gedankt; ebenso jenen, die durch angeregte Diskussionen zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Für ihre wertvollen Hinweise danke ich besonders Prof. Dr. Hans Hinrich Kaatz und Dr. Christian Schendera.

Und schließlich konnte die Arbeit auch aufgrund der nie versiegenden Motivationsfreude des Prof. Dr. Eberhard von Borell zu einem erfolgreichen Ende geführt werden – auch wenn unverkennbar nicht alle Fragen beantwortet, sondern stattdessen neue aufgeworfen worden sind.

### **Erklärung**

Hiermit erkläre ich, Jens Radtke, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Ferner erkläre ich, bisher keine vergeblichen Promotionsversuche unternommen zu haben.

Desweiteren erkläre ich, dass keine Strafverfahren gegen mich anhängig sind.