

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Strategie zur alternativen Bekämpfung von *Varroa destructor* in Zentraleuropa

Anton Imdorf, Jean-Daniel Charrière, Verena Kilchenmann, Stefan Bogdanov, Peter Fluri
Schweizerisches Zentrum für Bienenforschung
Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld, CH-3003 Bern

*Der Bienenparasit *Varroa jacobsoni* ist in vielen Gebieten Europas gegen verschiedene herkömmliche Varroazide resistent geworden⁴⁶. Alternative Substanzen wie organische Säuren und Komponenten von ätherischen Ölen stehen als Ersatz zur Verfügung. Ihre Anwendung ist aber nur erfolgreich, wenn sie in einem Bekämpfungskonzept zum Einsatz kommen.*

FAKTOREN, WELCHE DIE BEKÄMPFUNGSTRATEGIE BEEINFLUSSEN

Die Strategie zur alternativen Bekämpfung von *Varroa destructor*, mit dem Ziel dessen Population in den Bienenvölkern unter der Schadensschwelle zu halten, wird massgeblich durch Klima, Trachtverhältnisse, Betriebsweise und die Entwicklung der Varroapopulation beeinflusst. So können in den meisten Gebieten Zentraleuropas in der Zeit von April bis Ende Juli wegen den verschiedenen Trachten keine Behandlungen mit Substanzen durchgeführt werden, welche Rückstände verursachen (Abb. 1). Zu diesem Zeitpunkt können nur biotechnische Massnahmen, wie die Ablegerbildung und das Ausschneiden von Drohnenbrut, zur Reduktion der Varroapopulation beitragen. Diese Massnahmen werden in die Betriebsweise integriert.

Im August und September muss die Varroapopulation frühzeitig durch Behandlungen stark reduziert werden, damit die Bienenbrut im Spätsommer einen möglichst geringen Befall aufweist und gesunde Winterbienen entstehen können. Im November oder Dezember, wenn die Völker brutfrei sind, ist eine weitere Behandlung zur Reduktion der Varroapopulation notwendig. Diese Massnahme ist sehr wichtig. Nur so kann im folgenden Jahr auf die Bekämpfungsmassnahmen vor Ende der Trachtzeit anfangs August verzichtet werden. Welche Substanzen zur Bekämpfung eingesetzt werden können, hängt stark vom Klima, dem Kastensystem und der Betriebsgrösse ab. Dem Freizeitimker stehen viele erprobte alternative Bekämpfungsmassnahmen zur Verfügung. Für den professionellen Grossbetrieb kommen aus arbeitstechnischen Gründen nur wenige Methoden mit möglichst kleinem Arbeitsaufwand in Frage. Erfahrungen in Zentraleuropa haben aber gezeigt, dass auch einige grosse Imkereibetriebe mit bis gegen 1000 Völkern seit Jahren mit der alternativen Varroabekämpfung erfolgreich sind.

DYNAMIK DER VARROAPOPULATION

Wird zur Varroabekämpfung Apistan eingesetzt, resultiert in der Regel je nach Brutumfang und Rückinvasion ein Behandlungsmilbenfall von mehreren hundert Milben pro Volk und Jahr⁵⁷. Moosbeckhofer (1991)⁴⁷ zeigte, dass die Apistananwendung zu Rückständen von Fluvalinat auf der Wachs Oberfläche führt, die auch im nachfolgenden Jahr noch wirken und so die Entwicklung der Varroapopulation verlangsamen. Deshalb resultiert bei der Apistananwendung im Normalfall ein bedeutend geringerer Behandlungsmilbenfall als bei der alternativen Varroabekämpfung. Hier ist die vergleichbare Milbenpopulation zum Zeitpunkt der Behandlung im Spätsommer zwei bis drei mal grösser.

Während einer Untersuchung von 1989 bis 1994 wurde auf einem Versuchsbiene stand mit ca. 20 Völkern die Varroa nur durch das Ausschneiden der Drohnenbrut (Foto 1) und der Behandlung mit

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Ameisensäure in Form von 2 Blöcken zu je 2 bis 3 Stossbehandlungen (Foto 2) während 6 Jahren erfolgreich unter der Schadengrenze gehalten (Tab. 1). Dabei zeigte sich, dass je mehr Milben überwinterten, desto mehr Milben durch das Ausschneiden der Drohnenbrut entfernt wurden. Mit zwei bis drei Schnitten einer halben Dadantwabe verdeckelter Drohnenbrut wurden je nach Grösse der Wintermilbenpopulation durchschnittlich bis gegen 800 Milben aus den Völkern entfernt. Trotzdem lag der Behandlungsmilbenfall der Ameisensäure zwischen 1000 und 2000 Milben.

Tab. 1: Ausschneiden der Drohnenbrut und Ameisensäure Stossbehandlung – Während 6 Jahren wurde regelmässig pro Volk ca. 3 mal die gedeckelte Brut der Drohnenwabe ausgeschnitten. Im August/September wurden die Völker mit bis zu 6 Ameisensäure-Stossbehandlungen durchgeführt. Zum Erfassen der entfernten Milben wurde die Drohnenbrut ausgewaschen. Der natürliche Milbenfall und der Behandlungsmilbenfall wurde wöchentlich mit gittergeschützten Unterlagen ermittelt. Zum Erfassen der Rückinvasion wurde bei zwei Völkern eine Dauerbehandlung mit Apistan durchgeführt. Die grosse Streuung im Behandlungsmilbenfall ergab sich durch die unterschiedliche Menge Drohnenbrut, die in den einzelnen Völkern ausgeschnitten werden konnte und durch den unterschiedlichen Behandlungserfolg.

Jahr	Anzahl Völker	Anzahl entfernte Milben durch das Ausschneiden der Drohnenbrut			Ameisensäure Behandlungsmilbenfall			Natürlicher Milbenfall Mitte Oktober Anzahl Milben pro Tag			Rückinvasion Milben pro Volk n = 2
		Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.	
1989	17	115	0	209	737	296	1714	0.03	0.00	0.08	398
1990	20	775	391	1404	6680	3125	10019	0.18	0.00	0.86	4250
1991	21	647	44	4602	1516	138	5501	0.09	0.00	0.36	154
1992	20	198	10	824	896	150	4119	0.21	0.00	1.25	172
1993	11	727	35	2090	1673	526	2719	0.10	0.00	0.29	217
1994	9	434	149	1229	2093	861	3707	0.27	0.05	0.50	213

Hier stellt sich die Frage: wie viele überwinterrungsfähige Milben sind bei den alternativen Behandlungskonzepten tolerierbar? Im oben erwähnten Versuch wurde in den letzten beiden Jahren bei der Hälfte der Versuchsvölker die Drohnenbrut nicht ausgeschnitten. Dadurch wurde der Behandlungsmilbenfall der Ameisensäure im August mehr als verdoppelt und lag mit über 4000 Milben auf einem zu hohen Niveau¹⁸ (Abb. 2).

Der durchschnittliche natürliche Milbenfall im Oktober des Vorjahres lag jeweils unter 0.2 Milben pro Tag. Dies entspricht einer Winterpopulation von ca. 100 bis 200 Milben. Imdorf und Kilchenmann (1990)³⁴ sowie Moosbeckhofer (2000)⁵⁰ haben gezeigt, dass der natürliche Milbenfall um Mitte Oktober sehr stark mit der Wintermilbenpopulation korreliert ($r > 0.8$). Demnach entspricht die Winterpopulation in einem Volk mit einem natürlichen Milbenfall von 1 Milbe pro Tag ca. 500 Milben. Dies gilt bei Völkern, welche mit Ameisensäure behandelt wurden nicht aber bei Thymolbehandlungen. Hier entspricht während den zwei Wochen nach Ende der Thymolbehandlung der natürliche Milbenfall von einer Milbe pro Tag einer Winterpopulation von 50 Milben²⁸.

Damit in einem Bekämpfungskonzept der Behandlungsmilbenfall den Bereich von 1500 bis 2000 Milben nicht übersteigt und auf das Ausschneiden der Drohnenbrut verzichtet werden kann, muss die Anzahl der überwinterrungsfähigen Milben durch eine späte Behandlung in brutfreien Völkern auf unter 50 gesenkt werden.

Rückinvasionen wie z.B. im Jahr 1990 (Tab. 1) können die normale Populationsdynamik der *Varroa* auf den Kopf stellen. Hier wurde während des ganzen Jahres eine Rückinvasion von über 4000 Milben pro Volk gemessen. Der Grund lag in der ungenügenden *Varroa*-bekämpfung auf den drei Nachbarständen, wo die Völker an *Varroa* zugrunde gingen und von den Versuchsvölkern

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

ausgeraubt wurden. Dabei wurde während einer Woche im August in den beiden Völkern mit Apistan-Dauerbehandlung eine Rückinvasion von nahezu je 2000 Milben gemessen. Deshalb ist das kontrollieren der Milbenpopulationen durch das Auszählen des natürlichen Milbenfalls ein geeignetes Instrument, um sich vor solchen unliebsamen Überraschungen zu schützen.

Durch die Bildung eines starken Ablegers mit ca 50% der verdeckelten Brutfläche des Muttervolkes wird dessen Varroapopulation um ca. ? gesenkt²² und der spätere Behandlungsmilbenfall relativ stark reduziert (Abb. 3). Die Erfahrung hat gezeigt, dass es genügt, wenn diese Ableger im August und September zusammen mit den Wirtschaftsvölkern behandelt werden.

Biotechnische Massnahmen können vor allem vom Freizeitimker gut in ihr Behandlungskonzept eingebaut werden. Für den professionellen Imker müssen Lösungen gesucht werden, die möglichst wenig Arbeitsaufwand verursachen. Deshalb wurden von verschiedenen Forschungsinstituten in Europa während den letzten Jahren kontinuierlich an der Verbesserung der einzelnen Behandlungsmethoden gearbeitet. So wurden bei der Ameisensäure die arbeitsaufwändigen Stossbehandlungen durch die einfacheren Langzeitbehandlungen ersetzt. Dabei wurden über 10 verschiedene Geräte für diese Art der Behandlung entwickelt^{4,11,14,17,20,37,40,42,49,51,58}. Aber auch die Thymolanwendung ist heute für die zentraleuropäischen Bedingungen so ausgereift, dass sie für die Periode August und September zu der am meisten angewandten Behandlungsart geworden ist.

Die nachfolgende Bekämpfungstrategie wird heute in verschiedenen Gebieten Zentraleuropas von einer Mehrheit der Imker angewandt. Viele lassen sich aber oft zu etwas abgeänderten Formen verleiten, die nicht geprüft und nicht sicher sind.

BEKÄMPFUNGSKONZEPT

Die Überwachung der Varroapopulation ist wichtige weil einAnsteigen der Varroapopulationen frühzeitig erfasst und die notwendigen Bekämpfungsmassnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Nach der Honigernte wird die Milbenpopulation im August und September durch eine oder zwei Langzeitbehandlungen mit Ameisensäure oder durch eine Behandlung mit Thymol während ca. 6 Wochen stark reduziert. Sobald die Völker brutfrei sind, werden sie im November zusätzlich mit Oxalsäure behandelt. Bei konsequenter Durchführung dieses Konzeptes sind vor Abschluss der Honigernten im folgenden Jahr keine weiteren Behandlungen notwendig.

INFORMATIONEN ZU DEN EINZELNEN MASSNAHMEN

Überwachen der Varroapopulation

Wenn die resistenten Milben zunehmen, besteht die Gefahr, dass die Schadenschwelle überschritten wird und es zu Völkerzusammenbrüchen kommt. Dies wiederum kann zu massiven Rückinvasionen auf Nachbarständen führen. Deshalb ist es notwendig, mit Hilfe von gittergeschützten Unterlagen (Foto 3) den natürlichen Milbenfall zwischen Frühjahr und Ende Juli hin und wieder zu überwachen. Fallen mehr als 30 Milben pro Tag, so müssen unabhängig vom Zeitpunkt unverzüglich wirksame Bekämpfungsmassnahmen eingeleitet werden. Durch eine einwöchige Behandlung mit Ameisensäure kann das Absterben der Völker vermieden werden. In der Tabelle 2 sind die wichtigsten Kennzahlen bezüglich des natürlichen Milbenfalls im Rahmen dieses Konzeptes zusammengestellt.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Tab. 2:

Kennzahlen des natürlichen Milbenfalls im Rahmen dieses Bekämpfungskonzeptes.

Zeitpunkt	Anzahl Milben pro Tag mehr als	Massnahmen
Ende Mai	3	Eine Langzeitbehandlung mit Ameisensäure sofort nach der Frühjahrsernte durchführen.
Ende Juli / Anfang August	10	Zwei Langzeitbehandlungen mit Ameisensäure sind notwendig.
ganze Bienen-saison	30	Die Schadenschwelle wird in Kürze überschritten. Eine sofortige Behandlung ist dringend notwendig.

Reduktion der Varroapopulation im Frühjahr

Wird das Behandlungskonzept konsequent angewandt, so sind die hier beschriebenen Zwischenbehandlungen nicht notwendig. Wurden aber die Behandlungen im Herbst nicht richtig durchgeführt, oder sind Rückinvasionen aufgetreten, so sind vorzeitige Bekämpfungsmassnahmen sinnvoll. Fallen Ende Mai mehr als 3 *Varroa* pro Tag, so darf mit einer Behandlung nicht bis im August zugewartet werden. In der nächsten Trachtlücke sollte ohne Aufsätze eine Langzeitbehandlung von einer Woche mit Ameisensäure oder zwei Stossbehandlungen erfolgen. Solche Behandlungen können je nach Umfang der Ernte grössere Rückstände an Ameisensäure im nachfolgend geernteten Honig verursachen⁶. Deshalb sind diese Massnahmen nur in Notfällen durchzuführen.

Durch ein zwei- bis dreimaliges Ausschneiden einer Drohnenbrutwabe kann die Varroapopulation ca. um die Hälfte^{18,66} und durch die Bildung eines Brutablegers ca. um ein Drittel reduziert werden²². Es lohnt sich daher, solche Massnahmen in die allgemeine Betriebsweise zu integrieren.

BEHANDLUNGEN GEGEN VARROA IM AUGUST UND SEPTEMBER

Langzeitbehandlung mit Ameisensäure

Auf dem Markt sind verschiedene Dosiergeräte zur Langzeitbehandlung erhältlich. Bei einzelnen wird die Ameisensäure durch ein Trägermaterial zurückbehalten^{20,36,49}. Die Verdunstung der Ameisensäure wird hier über die Fläche geregelt. Andere speichern die flüssige Säure in einem kleinen Behälter und verdunsten sie über einen Docht^{10,14,40,48,59,68}. Da die Varroabekämpfung später mit einer Oxalsäurebehandlung abgeschlossen wird, muss mit der Ameisensäure nicht ein möglichst hoher Behandlungserfolg angestrebt werden. Dadurch wird die Gefahr von Königinnenverlusten stark reduziert. Die Anwendung der unterschiedlichen Dispenser hat jeweils nach der Gebrauchsanleitung zu erfolgen.

Der Behandlungserfolg ist in erster Linie abhängig von der Aussentemperatur, dem Kastentyp und der Volksstärke. Verschiede Untersuchungen, wie auch diejenige von Charrière et al. (1997)¹⁹ haben gezeigt, dass durch zwei Langzeitbehandlungen ein Behandlungserfolg von über 90% möglich ist (Abb. 5). Grundsätzlich liegt der Behandlungserfolg in Beuten bestehend aus einer Brutzarge höher als bei zwei Brutzargen³⁸.

Eine oder zwei Behandlungen mit Ameisensäure?

Je nach Befall sind eine oder zwei Langzeitbehandlungen mit Ameisensäure durchzuführen. Liegt der natürliche Milbenfall anfangs August über 10 Milben pro Tag, so sind zwei Langzeitbehandlungen notwendig. Die erste Behandlung soll sofort nach der Honigernte

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

durchgeführt werden (Foto 4). Die zweite Behandlung erfolgt ab Mitte September. Fallen aber weniger als 10 Milben pro Tag, so genügt eine Behandlung, welche Ende August erfolgen kann³⁰. Zu diesem Zeitpunkt kann mit einer etwas besseren Wirksamkeit als anfangs August gerechnet werden.

Bei einer Behandlung kann mit einer Wirksamkeit von 60 bis 80% und bei zwei Behandlungen mit 90 bis 95% gerechnet werden^{19,40,51,58,68}. Die Ameisensäure wirkt auch in den verdeckelten Brutzellen^{1,24} und tötet die Acarapis-Milben in den Tracheen^{25,41,65}.

Warum 10 Milben pro Tag? Nach den Ergebnissen in Abbildung 6 ist ersichtlich, dass bei einem natürlichen Milbenfall von 10 Milben pro Tag ein Behandlungsmilbenfall von ca. 2000 Milben entspricht. Rechnet man bei einer einmaligen Behandlung mit einem Behandlungserfolg von 80%, so verbleiben noch ca. 400 Milben im Volk. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass Populationen dieser Grösse keine Probleme für die Gesundheit der Völker darstellen. Sind aber 3000 bis 4000 Milben in den Völkern, so würden nach einer Behandlung noch gegen 1000 Milben im Volk verbleiben. Dies wären eindeutig zu viele und eine zweite Behandlung ist daher zwingend.

Behandlung mit Komponenten von ätherischen Ölen

Anstelle der Behandlungen mit Ameisensäure können auch Behandlungen mit Thymol durchgeführt werden. Der Markt bietet mehrere Produkte an, in welchen der Wirkstoff Thymol auf unterschiedlichen Trägermaterialien aufgetragen oder eingearbeitet ist^{2,3,9,27,43,44,45,54,69}. Zur Verdunstung des Thymols legt man die Produkte während mehreren Wochen auf die Träger der Brutwaben (Foto 5).

Die Anwendung erfolgt gemäss der Gebrauchsanleitung des Herstellers. Nach Abschluss der Honigernte sollte zuerst so viel wie möglich aufgefüttert werden. Wie bei der Ameisensäure ist auch hier bei einem natürlichen Milbenfall von über 10 Milben pro Tag mit der Behandlung möglichst früh einzusetzen. Bei den Produkten, wo die erste Tafel nach 3 Wochen durch eine zweite ersetzt wird, sollte vor dem Einlegen der zweiten Tafel zuerst fertig aufgefüttert werden.

Die Wirksamkeit dürfte unter optimalen Bedingungen bei 90 bis 97% liegen (Tab. 3). Eine Kontrolle des Behandlungserfolges ist nicht notwendig, da anschliessend im November eine Nachbehandlung mit Oxalsäure erfolgt.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Tab. 3: Apilife-VAR mit dem Wirkstoff Thymol zeigte unter schweizerischen Bedingungen im Schweizer- (CH, Warmbau-Beute) und Ritterkasten (R) eine sehr gute sowie im Dadantkasten (DB, Kaltbau-Beute) eine gute Wirksamkeit.

Jahr	Stand	Kasten Typ	Anzahl Völker	Behandlungserfolg "Apilife VAR" %	Behandlungsmilbenfall "Apilife VAR"			Behandlungsmilbenfall Kontrollbehandlung mit Perizin		
					Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.
1990	Säriswil A	CH	20	96.4	986	365	1704	37	3	168
	Hergiswil	CH	20	99.0	2453	917	4509	24	6	59
1991	Oeschberg	CH	12	93.7	277	19	859	18	0	64
	Grangeneuve	CH	12	95.6	1067	257	2355	55	5	143
	Säriswil A	CH	10	96.4	300	170	539	10	1	20
	Münsingen	CH	12	99.1	657	178	1338	5	1	13
	Hergiswil	CH	11	98.5	337	95	742	5	0	24
	Säriswil B	CH	11	98.2	151	87	284	3	0	9
	Salez	CH	9	98.7	223	67	431	3	0	15
	Bellchasse	R	16	96.7	713	469	1317	24	2	49
	Galmiz	DB	19	91.7	986	465	1862	92	5	235

Aus den verschiedenen Arbeiten über die Anwendung von Thymol²⁷ geht hervor, dass auch hier in Beuten mit einer Brutzarge bei gleicher Dosierung ein höherer Behandlungserfolg erzielt werden kann, als in Beuten mit zwei Zargen (Tab. 4). Die Dosierung muss deshalb dem Kastentypen, dem Kastenvolumen und den Temperaturen angepasst werden. Es ist anzunehmen, dass in Zukunft noch weitere Produkte mit Komponenten von ätherischen Ölen zur Bekämpfung der Varroa auf den Markt kommen werden.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Tab. 4: Apilife VAR hat nach den Untersuchungen von verschiedenen Autoren nur eine gute Wirksamkeit, wenn die Dosierung dem Kastensystem (ein oder zwei Zargen) und den Temperaturen angepasst wird. Es müssen vor allem die Dosierung und die Verdunstungsfläche angepasst werden. Eine Behandlungsdauer von 4-6 Wochen ist genügend. (Hinweise zur Originalliteratur der aufgeführten Autoren sind in der Arbeit von Imdorf et al. 1999²⁷ zusammengefasst.)

Autoren	Anzahl Plättchen	Behandlungsdauer Tage	Anzahl Brutzargen	Kastentyp	Behandlungserfolg Mittelwert %
Rickli et al. 1991	2 x 1	38	1	Schweizerkasten	96.4
	2 x 1	79	1	Schweizerkasten	99.0
Mutinelli et al. 1991 1993	2 x 1	40	1	Dadant	89.0
	2 x 1	49	1	Dadant	68.7
Imdorf et al. 1994 1995	2 x 1	56	1	Schweizerkasten	97.7
	2 x 1	56	1	Dadant	91.7
Liebig 1993	2 x 1		1	Zander	97.4
	2 x 1		2	Zander	63.9
Schulz 1993	2 x 1		2	Zander	74.7
	2 x 2		2	Zander	94.9
	2 x 3		2	Zander	99.5
Calderone 1995 1999	2 x 2	19	2	Langstroth	96.7
	2 x 1	32	2	Langstroth	67.0

Oxalsäure in brutfreien Völkern

Die Behandlung mit Oxalsäure im November hat zum Ziel, die noch im Volk verbleibende Varroapopulation auf das notwendige Minimum zu reduzieren. Treten im Frühjahr keine Rückinvasionen auf, so kann man bis im August des nachfolgenden Jahres auf weitere Bekämpfungsmassnahmen verzichten. Dieses Ziel wird aber nur erreicht, wenn die Völker bei der Behandlung brutfrei sind. Die Oxalsäure hat keine Wirkung auf die Milben in der verdeckelten Brut.

In der Zwischenzeit sind drei verschiedene Anwendungsformen entwickelt worden, das Sprühen, Träufeln und Verdampfen (physikalisch sublimieren)^{12,15,33,39,52,53,55,60,61}. Alle Anwendungsformen weisen in brutfreien Völkern einen Behandlungserfolg von über 95% aus (Tab. 5,6,7,8). Dadurch wird in den meisten Fällen die Wintermilbenpopulation auf unter 50 Milben gesenkt (Tab. 10). Ist noch verdeckelte Brut vorhanden, so nimmt der Behandlungserfolg je nach Brutumfang stark ab. So wurde bei einer Sprühbehandlung im September in Völkern mit durchschnittlich 12.5 dm² Brut nur noch ein Behandlungserfolg von 60% erzielt (Tab. 7).

Oxalsäure sprühen

Dazu wird eine Oxalsäurelösung aus 30 g Oxalsäuredihydrat und 1 Liter Wasser verwendet. Pro Wabenseite mit Bienen versprüht man 3 bis 4 ml Lösung mit einem Handsprühergerät. Für ein starkes Volk werden ca. 80 ml, für ein mittleres 65ml und für ein schwaches 50 ml benötigt. Die Methode ist sehr gut bienenverträglich und eignet sich vor allem für Bienenvölker in einzargigen Magazinbeuten, wie z.B. dem Dadantkasten. (Foto 6)

Diese Methode ist relativ arbeitsaufwändig (im Dadantkasten ca. fünf Minuten für ein Volk) und eignet sich daher vor allem für Freizeitimker mit einer kleinen Völkerzahl. Der durchschnittliche Behandlungserfolg lag in Untersuchungen mit brutfreien Völkern bei ca. 97% und dies unabhängig vom Anwender (Tab. 5)^{33,60}.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Tab. 5: Wirksamkeit von Oxalsäure-Sprühen – Die durchschnittliche Wirksamkeit liegt weit über 95%. Die Kontrollbehandlung wurde 3 Wochen nach der Oxalsäurebehandlung ermittelt. Der Milbenfall dieser beiden Behandlungen wurde als 100% angenommen (DB – Dadantkasten; CH – Schweizerkasten).

Jahr	Stand	Kasten Typ	Anzahl Völker	Behandlungserfolg %			Behandlungsmilbenfall total
				Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert
1994	Ins	DB	17	98.2	89.7	100	387
	Cormondrèche	DB	8	98.6	97.0	99.6	1007
	Spreitenbach	CH	17	98.8	85.7	100	95
	Zürich	CH	14	97.5	90.2	100	190
	Säriswil	CH	16	98.7	92.1	100	265
1995	Boden	DB	13	97.3	92.9	100	340
	Liebefeld	DB	14	94.5	76.9	100	724
	Wohlei	DB	14	97.6	92.0	99.3	733

Oxalsäure träufeln

Bei dieser Behandlung wird eine Lösung von 35 g Oxalsäuredihydrat pro Liter Zuckerwasser 1+1 verwendet. Von dieser Lösung werden pro besetzte Wabengasse 5 ml auf die Bienen geträufelt. Für ein starkes Volk werden 50 ml, für ein mittleres 40ml und für ein schwaches 30 ml benötigt. Diese Anwendung ist mit einem geringen Arbeitsaufwand verbunden und eignet sich deshalb sehr gut für Betriebe mit einer grossen Zahl Völker.

Diese Oxalsäure-Methode weist in brutfreien Völkern ebenfalls eine sehr hohe Wirksamkeit von über 95 % auf (Tab. 6) ^{12,16,39} (Foto7) und ist in dieser Dosierung bei einer einmaligen Behandlung gut bienenverträglich. Von einer zweiten Behandlung im gleichen Spätherbst ist vor allem in kälteren Regionen abzuraten.

Tab. 6: Wirksamkeit von Oxalsäure-Träufeln - Die durchschnittliche Wirksamkeit liegt weit über 95%. Die Kontrollbehandlung wurde 3 Wochen nach der Oxalsäurebehandlung ermittelt. Der Milbenfall dieser beiden Behandlungen wurde als 100% angenommen.

Stand	Anzahl ml der Behanlungslösung pro Volk	Anzahl Völker	Behandlungsmilbenfall %			Behandlungsmilbenfall total
			Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert
Boden	39	7	98.0	96.9	99.7	490
Hofen	45	8	97.7	87.6	99.6	430
Landikon	49	8	97.8	94.3	99.8	365
Pfeffikon	45	6	99.7	98.7	100.0	241
Schwand	41	6	97.8	94.8	99.5	503
Wohlei	46	6	98.3	96.6	99.7	1002
Zweisimmen	44	10	97.7	72.0	100.0	424

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies**Oxalsäure verdampfen resp. sublimieren**

Auch das Verdampfen von 1 g Oxalsäuredihydrat-Kristallen in einzargigen Beuten und 2 g in Dadantkasten und zweizargigen Beuten ergibt in brutfreien Völkern eine hohe Wirksamkeit von über 95% (Tab. 7, 8) ^{63,64}. Dabei werden die Kristalle auf über 200°C mit Hilfe eines Verdampfers im mit Schaumstoff abgedichteten Kasten (Foto 8) unterhalb der Brutwaben während 2 – 3 Minuten erhitzt. Anschliessen bleiben die Fluglöcher noch während 10 Minuten abgedichtet. Alle Bienen, wie auch der Kasten und das Wabenmaterial, werden mit Oxalsäure bepudert. Die Bienenverträglichkeit dieser Methode ist sehr gut. Auch diese Behandlungsmethode wirkt nicht auf die Milben in den verdeckelten Brutzellen. Dies erklärt den etwas geringeren Behandlungserfolg in den Völkern mit einer kleinen Menge Restbrut (Tab. 8) ⁶³. Heute sind viele elektrische oder mit Gas betriebene Verdampfungsgeräte auf dem Markt. Nicht alle weisen aber eine hohe Wirksamkeit auf ³¹. Der Arbeitsaufwand für die Behandlung hält sich vor allem beim gleichzeitigen Einsatz von mehreren Verdampfungsgeräten in Grenzen.

Tab. 7: In der Untersuchung von Radetzki wurde 1999 die optimale Dosierung für das Verdampfen der Oxalsäure ermittelt. 1g Oxalsäuredihydrat zeigte eine hohe Wirksamkeit bei einer kleinen Streuung von Volk zu Volk. Die Erfahrung hat gezeigt, dass für grössere einzargige Beuten wie der Dadant und Beuten aus zwei Zargen für einen sicheren Behandlungserfolg 2g Oxalsäuredihydrat die optimale Dosierung ist.

Behandlungserfolg %	Kontrolle		Dosierung- Oxalsäuredihydrat (g/Volk)				
	Unbehandelt	Wasser	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
Mittelwert	1.2	4.8	82.8	96.0	97.2	99.0	99.2
Minimum	0.0	1.3	51.7	93.2	91.7	98.1	99.0
Maximum	2.7	11.5	96.0	99.2	99.6	99.7	99.8
Anzahl Völker	6	8	12	10	13	11	5

Tab. 8: Bei einem grossen Feldversuch von Radetzki und Mitarbeiter wurden im Spätherbst 2000 1509 Völker mit Oxalsäuredihydrat behandelt. Dabei wurde erneut der Einfluss von Dosierungen, Resten von Brut und Kastentypen auf den Behandlungserfolg ermittelt.

Einflussfaktoren	Anzahl Völker	Behandlungserfolg %
Dosierung		
2.8 g OS-dih. / Volk	723	94.8
1.4 g OS-dih. / Volk	474	94.9
unbehandelt	153	17.4
Brut		
brutfrei	535	95.9
mit wenig Brut	151	92.0
Kastentyp		
Dadant	165	92.0
1 Brutzarge	150	95.4
2 Brutzargen	531	94.8

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Bienenverträglichkeit der Oxalsäure

Die ursprünglich von den Italienern⁵³ empfohlene Oxalsäurekonzentration von 60 g Oxalsäuredihydrat pro Liter Zuckerwasser (1+1) bei der Träufelmethode zeigte sich bei den Anwendungen unter den in Zentraleuropa herrschenden Bedingungen als schlecht bienenverträglich. Weitere Versuche zur Optimierung der Konzentration ergaben, dass mit 35 g Oxalsäuredihydrat pro Liter die Bienenverträglichkeit kein Problem mehr darstellte und die Wirksamkeit immer noch über 95% lag¹⁶. Untersuchungen von verschiedenen Autoren über die Bienenverträglichkeit der drei Oxalsäuremethoden haben gegenüber einer unbehandelten Kontrolle keine signifikanten Unterschiede ergeben. Dabei wurden die Winterbienenverluste und die Volksentwicklung im Frühjahr bis zur Trachtzeit ermittelt (Abb. 8,9)^{13,21}. Somit können alle drei Methoden als gut bienenverträglich eingestuft werden.

RÜCKSTÄNDE IN BIENENPRODUKTEN

Ameisen- und Oxalsäure

Die Ameisen- und die Oxalsäure sind natürliche Inhaltsstoffe des Honigs^{23,35,53,56,70}. Bei der regelmässigen Anwendung von 2 Langzeitbehandlungen mit Ameisensäure und einer Behandlung mit Oxalsäure ist nach einer dreijährigen Untersuchung mit einem kleinen Anstieg des Ameisensäuregehaltes im Frühjahrshonig auf Werte zwischen 70 bis 90 mg/kg Honig gegenüber den nicht mit organischen Säuren behandelten Kontrolle von 30 bis 45 mg/kg zu rechnen (Tab. 9)⁶. Dieser Anstieg ist toxikologisch bedeutungslos und kann sensorisch nicht erfasst werden. In den nachfolgenden Ernten konnte kein Anstieg des natürlichen Ameisensäuregehaltes mehr beobachtet werden⁸. Wird Ameisensäure im Frühjahr oder Frühsommer kurz vor einer Tracht eingesetzt, so muss in der nachfolgenden Ernte mit einem starke Anstieg des Gehalts, der oft sensorisch erfasst werden kann, gerechnet werden⁶. Der natürliche Oxalsäuregehalt des Frühlingshonig wird durch eine einmalige Behandlung mit Oxalsäure nicht verändert (Tab. 9)^{5,6,53,62}. Im Wachs sind keine nennenswerten Rückstände zu erwarten, da die beiden Säuren nicht fettlöslich sind.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Tab. 9: Durchschnittliche Ameisen- und Oxalsäurerückstände im Honig – Auf 10 Bienenständen, wo während 3 Jahren die alternative Varroabekämpfung mit Ameisen- (AS) und Oxalsäure (OS) zum Einsatz kam, wurde der Frühjahrshonig auf den Ameisen- und Oxalsäuregehalt untersucht. Diese Ergebnisse wurden mit sogenannten Kontrollständen (Nachbarstände) verglichen, wo nur Apistan angewandt wurde. Dadurch konnte eine allfällige Erhöhung des natürlichen Gehaltes durch die Behandlung erfasst werden. Pro Stand wurden während des Abfüllens jeweils drei Stichproben Honig gezogen

Jahr	1996		1997		1998	
	Kontrolle Apistan	Behandlung AS und OS	Kontrolle Apistan	Behandlung AS und OS	Kontrolle Apistan	Behandlung AS und OS
Ameisensäure mg/kg Honig	45	94	31	91	41	71
Oxalsäure mg/kg Honig	41	33	22	18	19	19

Thymol

Die Anwendung von Thymolprodukten führt in erster Linie zu relativ grossen Rückständen im Wachs (500-600 mg pro kg Wachs), welche sich aber von Behandlung zu Behandlung nicht akkumulieren, sondern je nach Temperatur sehr rasch wieder verdampfen⁷. Nach der Behandlung im August/September des Vorjahres ist bei der nachfolgenden Frühjahrsernte mit einer durchschnittlichen Rückstandsmenge, je nach Kastensystem, von 0.1 bis 0.2 mg Thymol pro kg Honig zu rechnen (Abb.10)⁷. Diese Rückstände sind toxikologisch bedeutungslos und verändern den Honiggeschmack nicht. Erst bei Mengen von über 1.1 mg pro kg Honig kann Thymol sensorisch erfasst werden⁸. Aus diesem Grund gilt in der Schweiz ein Toleranzwert von 0.8 mg Thymol pro kg Honig.

SCHUTZMASSNAHMEN

Eine Untersuchung von Gump et al. (2003)²⁶ hat gezeigt, dass sich der Imker bei der Anwendung der Oxalsäure keinen gesundheitlichen Risiken aussetzt, wenn er die nachfolgend empfohlenen Schutzmassnahmen anwendet. Bei der Anwendung von organischen Säuren und ätherischen Ölen müssen immer säurefeste Handschuhe getragen werden. Beim Hantieren mit Ameisen- und Oxalsäure sollte zusätzlich eine Schutzbrille aufgesetzt und ein Kübel mit Wasser bereitgestellt werden. Beim Sprühen der Oxalsäurelösung und Verdampfen von Oxalsäurekristallen ist eine Atemschutzmaske des Typs EN 149: 2001 FFP2 resp. EN 149: 2001 FFP3, zu tragen. Sämtliche Produkte zur alternativen Varroabekämpfung sind in der Schweiz im Fachhandel erhältlich. Das Herstellen von Oxalsäurelösungen sollten nur Fachpersonen vornehmen.

SCHLUSSBETRACHTUNGEN

Mit diesem alternativen Bekämpfungskonzept^{32,67} hat der Imker die Möglichkeit, im zentraleuropäischen Raum die *Varroa* mit einem relativ geringen Arbeitsaufwand unter der Schadensschwelle zu halten (Tab. 10, 11) und weiterhin erfolgreich Bienenprodukte mit hoher Qualität zu erzeugen.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Tab. 10: Behandlungserfolg bei der Kombination von Ameisen- und Oxalsäurebehandlungen – Die beiden Populationsdynamischen Ziele der hier angewandten Behandlungsstrategie von weniger als 500 Milben bei der Oxalsäurebehandlung und weniger als 50 Restmilben nach dieser Behandlung wurden erreicht. Nur in einem Volk wurde die Zahl von den Wintermilben knapp überschritten. Der Behandlungsmilbenfall der Oxalsäure wurde als 95% angenommen. Somit entspricht die berechnete Wintermilbenpopulation den verbleibenden 5%.

Stand	Anzahl Völker	Ameisensäure Behandlungserfolg %			Oxalsäure Behandlungsmilbenfall		Berechnete maximale Wintermilbenpopulation
		Mittelwert	Max.	Min.	Mittelwert	Max.	
Baar	8	95	98	87	41	104	5
Boden	11	84	95	64	220	456	24
Frinvilier 96	9	95	99	88	174	416	22
Heitenried	14	95	100	69	47	155	8
Liebefeld	8	98	99	89	100	283	15
Salez	10	97	100	81	15	64	3
Schwand 96	7	97	99	86	36	68	4
Wohlei	11	97	100	92	52	157	8
Zweisimmen 96	9	73	91	45	135	291	15
Aenningen	20	96	99	95	72	86	5
Frinvilier 97	10	96	99	91	14	55	3
Grangeneuve	15	95	99	86	152	526	28
Landikon	8	89	97	75	85	269	14
Schwand 97	23	94	99	81	16	146	8
Zweisimmen 97	10	70	98	48	351	1147	60

Tab. 11: Behandlungserfolg bei der Kombination von Thymol- (Thymovar) und Oxalsäurebehandlung – Auch bei dieser Behandlungskombination wurden die beiden populationsdynamischen Ziele erreicht und dies trotz ungünstigen klimatischen Bedingungen.

Stand	Höhe über Meer m	Anzahl Völker	Thymovar Behandlungserfolg %			Oxalsäure Behandlungsmilbenfall		Berechnete maximale Wintermilbenpopulation
			moy.	max.	min.	moy.	max.	
Varen	758	10	91	99	81	101	358	18
Moerel	762	8	87	94	76	131	260	14
Brig	880	10	77	91	40	191	733	39
Ritt	900	10	87	94	52	136	239	13
Ried	900	8	88	94	66	105	162	9
Rumeling	950	8	95	99	80	35	92	5
Birgisch	1090	6	63	82	35	144	255	13
St. Niklaus	1116	10	75	89	55	371	587	31
Ernen	1200	10	71	89	45	96	305	16
Buerchen	1335	10	82	89	71	253	488	26

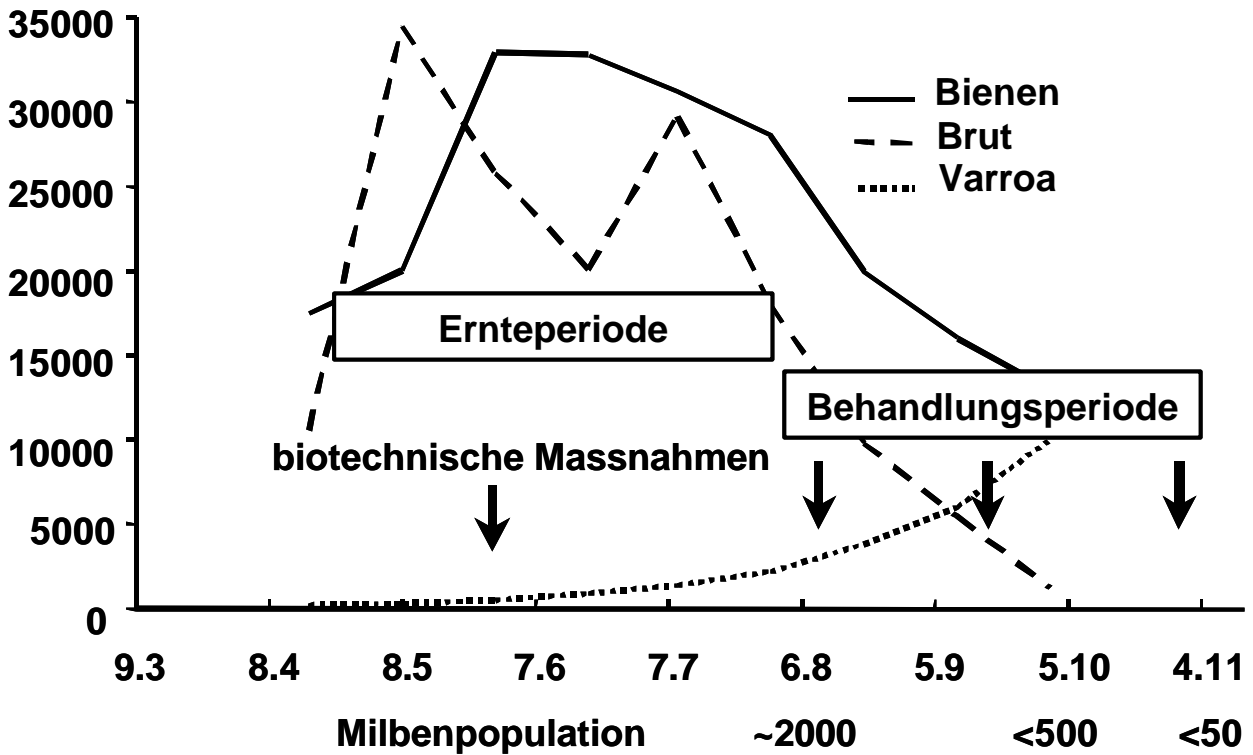
Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Visperterminen	1367	10	75	80	68	392	541	28
Graechen	1611	10	95	97	90	91	184	9

Bei der Entwicklung dieser Behandlungsstrategien haben sich in den letzten 15 Jahren viele europäische Bieneninstitute, aber auch viele Imker beteiligt. Ihnen gebührt ein herzliches Dankeschön. Solange die Pyrethroide gut wirkten, wurde die alternative Behandlung in Zentraleuropa nur von einer kleiner Gruppe von engagierten Imkern aufgenommen. Seit sich aber die resistenten Milben breitgemacht haben, ist nun eine Mehrzahl der Imkerinnen und Imker auf diese Behandlungsmethoden umgestiegen. Dieser Umstieg war wegen Mangels an Erfahrung, wie zu Beginn der Varroaausbreitung, mit grossen Völkerverlusten verbunden. Die Varroa überlässt dem Imker keinen Spielraum. Will man trotz den pyrethroidresistenten Milben erfolgreich imkern, so muss eine der Betriesweise angepassten alternative Bekämpfungsstrategie Jahr für Jahr konsequent umgesetzt werden.

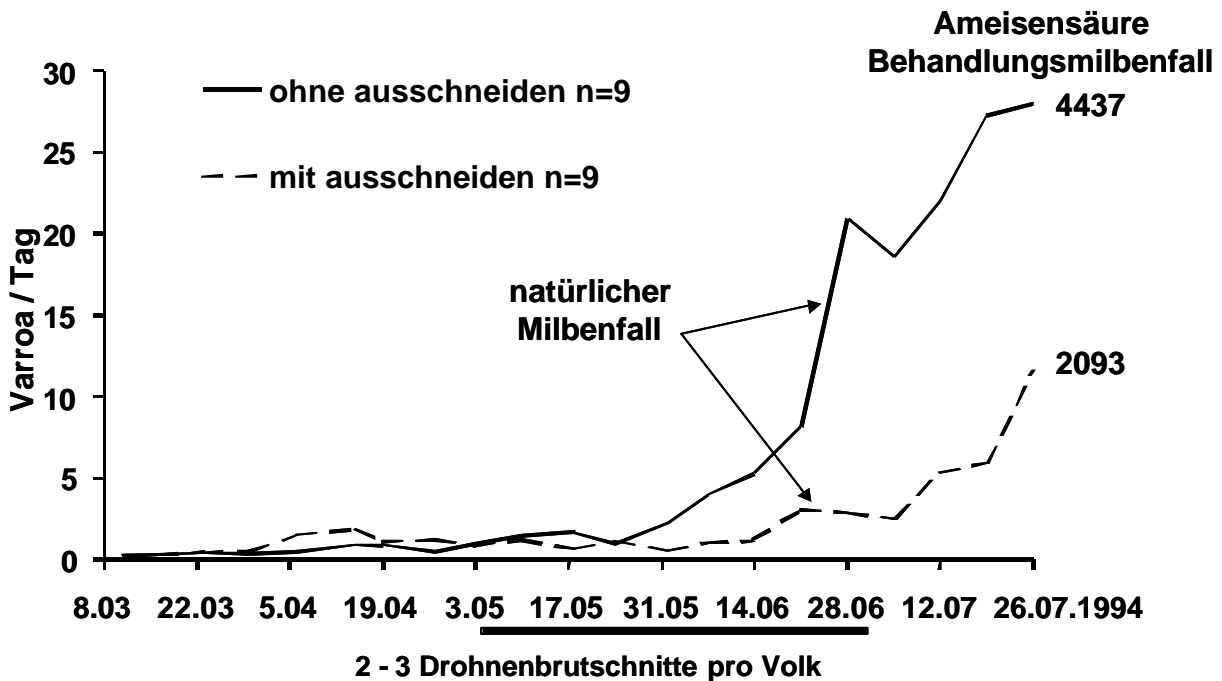
Die für Zentraleuropa entwickelte Bekämpfungsstrategie und Behandlungsmethoden können in anderen Regionen nicht eins zu eins umgesetzt werden. Nur über Jahre konsequent durchgeführte Forschung kann die optimalen Lösungen für eine bestimmte Region aufzeigen.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies



Abbildungen mit Kommentar

Abb. 1: Die Bekämpfungstrategie wird vor allem durch die Populationsentwicklung der Völker und



Milben, die Trachtperioden, die Betriebsweise und die Betriebsgrösse sowie die Wahl der Behandlungsmittel beeinflusst.

Abb. 2: Durch das konsequente Ausschneiden der Drohnenbrut auf der Drohnenwabe wird der anschliessende Behandlungsmilbenfall der Ameisensäure halbiert.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Abb. 3: Durch das Entfernen von drei Dadantbrutwaben mit gedeckelter Brut zur Bildung eines Ablegers wird die Varroapopulation des Muttervolkes um ca. ? reduziert. Bei dieser Untersuchung wurde zum Bestimmen der Varroapopulation die Ableger und Muttervölker brutfrei gemacht und anschliessend mit Perizin zwei mal behandelt.

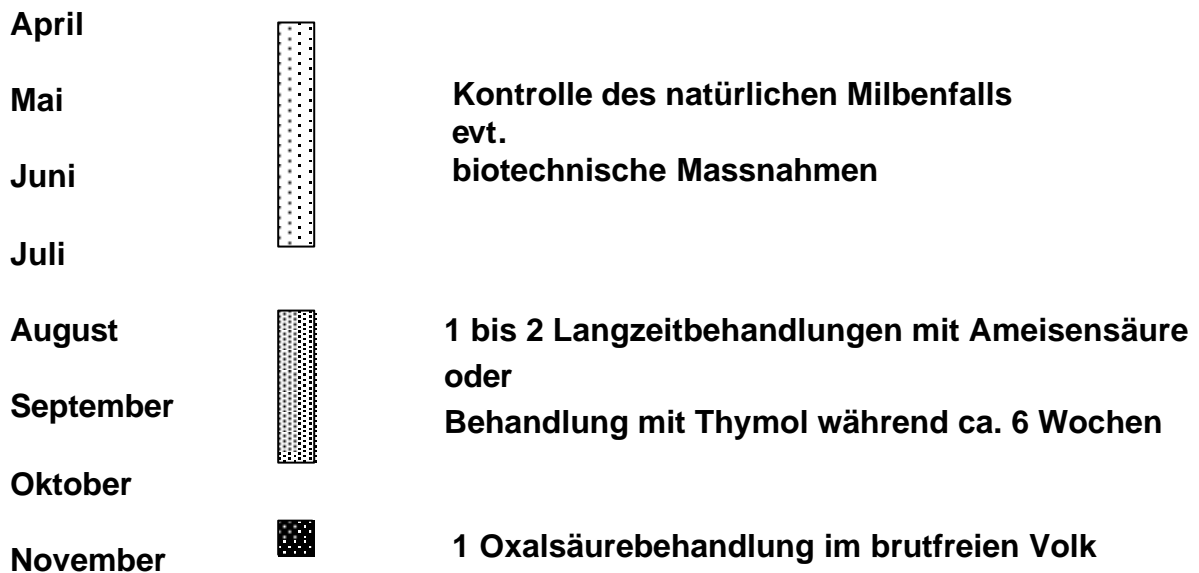


Abb. 4: Die alternative Varroabekämpfung ist nur erfolgreich, wenn sie als Konzept zur Anwendung kommt. Das Überwachen des Befallsgrades und die Reduktion der Varroapopulation im August und September durch Ameisensäure oder Thymol, sowie im November mit Oxalsäure, sind die Eckpfeiler dieses Konzeptes.

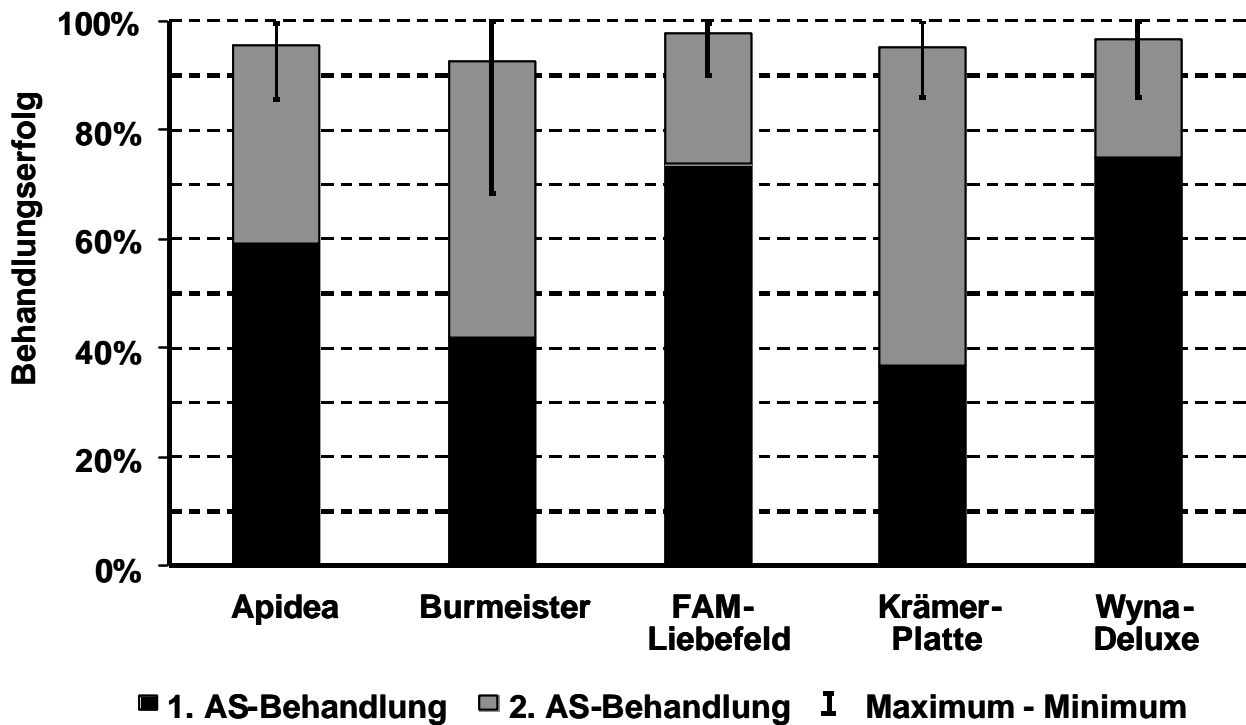
Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Abb. 5: Wie diese Untersuchung zeigt, kann mit zwei Ameisensäure-Langzeitbehandlungen (AS) im August und September in einzargigen Beuten die Varroapopulation um über 90% reduziert werden. Die über 10 in Europa auf dem Markt erhältlichen Ameisensäure-Dispenser haben bei richtiger Anwendung eine ähnlich gute Wirkung. In zweizargigen Beuten ist in den meisten Fällen mit einem geringeren Behandlungserfolg zu rechnen.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

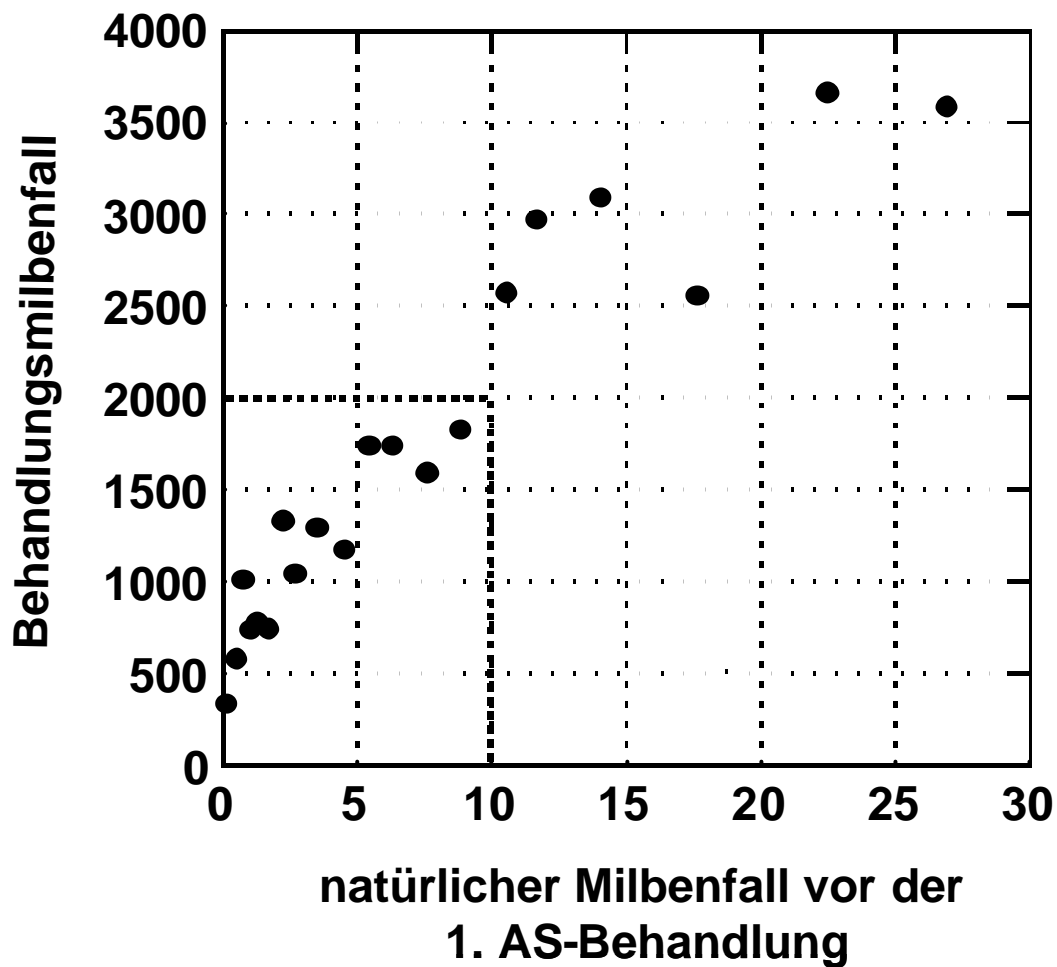


Abb. 6: In dieser Untersuchung wurde der natürliche Milbenfall anfangs August mit dem späteren Behandlungsmilbenfall verglichen. Dabei wurden die Ergebnisse von jeweils 10 Völkern in aufsteigende Reihenfolge des natürlichen Milbefalls zu einem Wert gemittelt. Die Ergebnisse zeigen, dass bei einem natürlichen Milbenfall von weniger als 10 Milben pro Tag der nachfolgende Behandlungsmilbenfall unter 2000 Milben liegt. In diesem Fall genügt es, nur eine Ameisensäure-Langzeitbehandlung Ende August durchzuführen.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

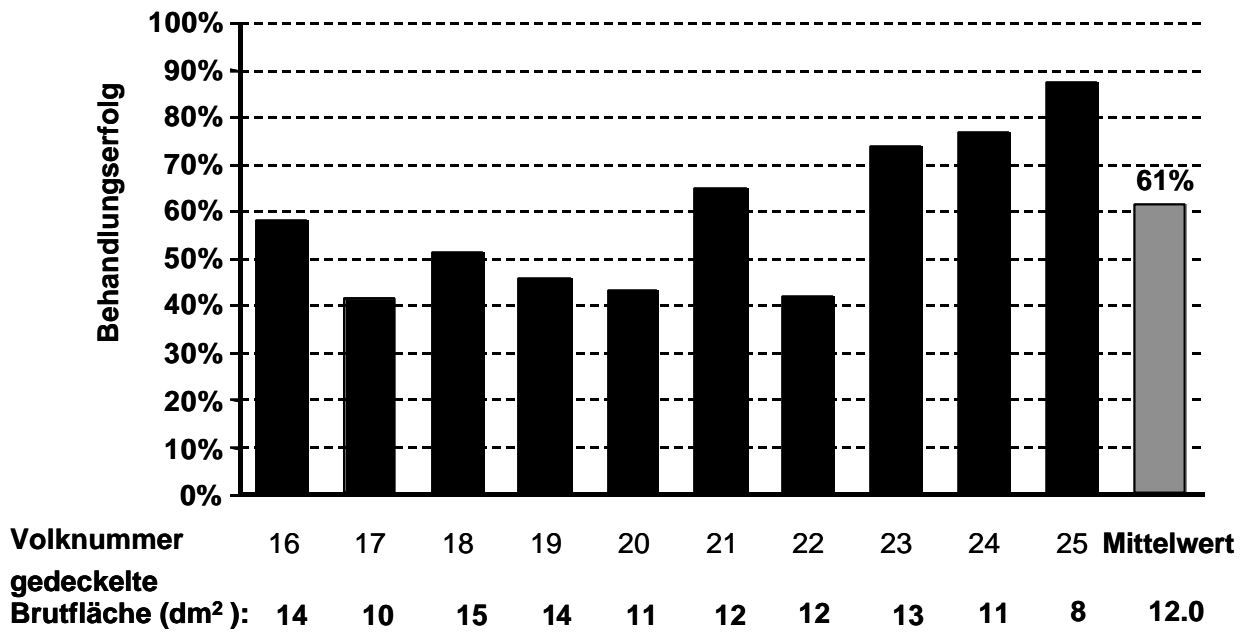


Abb. 7: Reduzierter Behandlungserfolg von Oxalsäure-Sprühen in Völkern mit Brut. Die Völker mit durchschnittlich 12 dm² gedeckelte Brut wurden anfangs September 1995 mit Oxalsäure besprüht. Dabei wurde nur ein durchschnittlicher Behandlungserfolg von 61% erzielt.

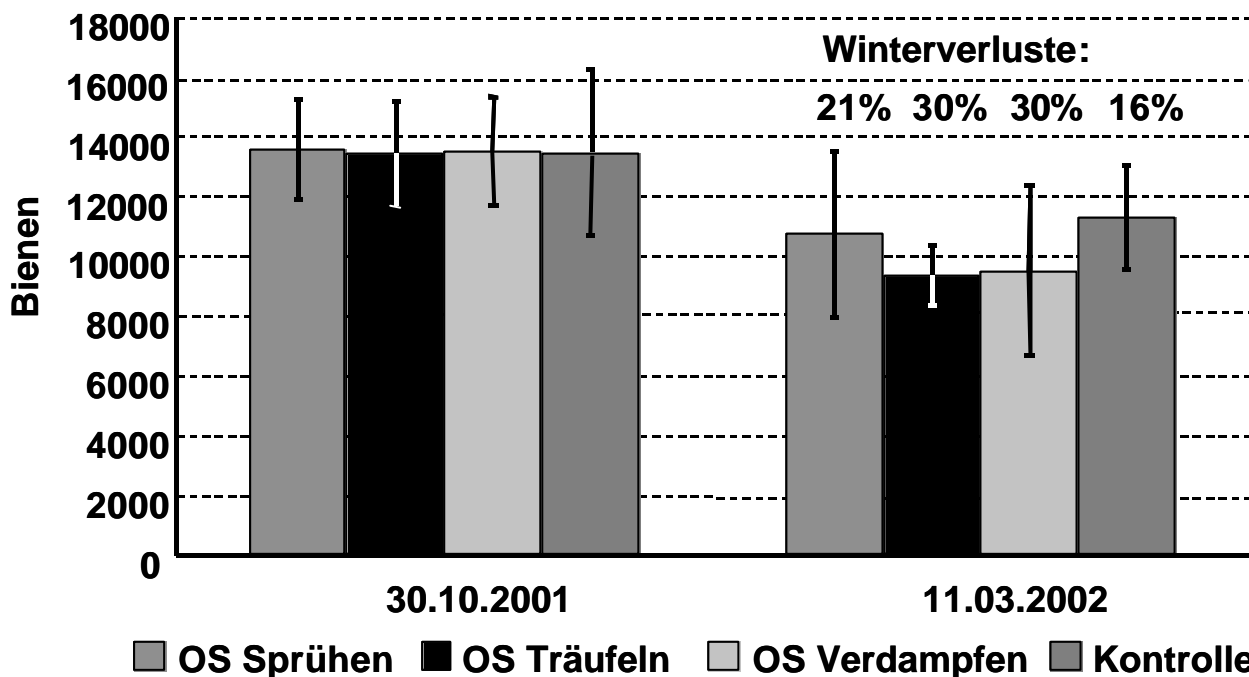


Abb. 8: Vergleicht man die Auswirkung der drei verschiedenen Anwendungsformen von Oxalsäure (OS) mit einer unbehandelten Kontrollgruppe auf die Überwinterung der Völker, so ergeben sich keine signifikanten Unterschiede. Dabei wurde die Anzahl Bienen Ende Oktober und Mitte März nach der Liebefelder Methode geschätzt²⁹.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

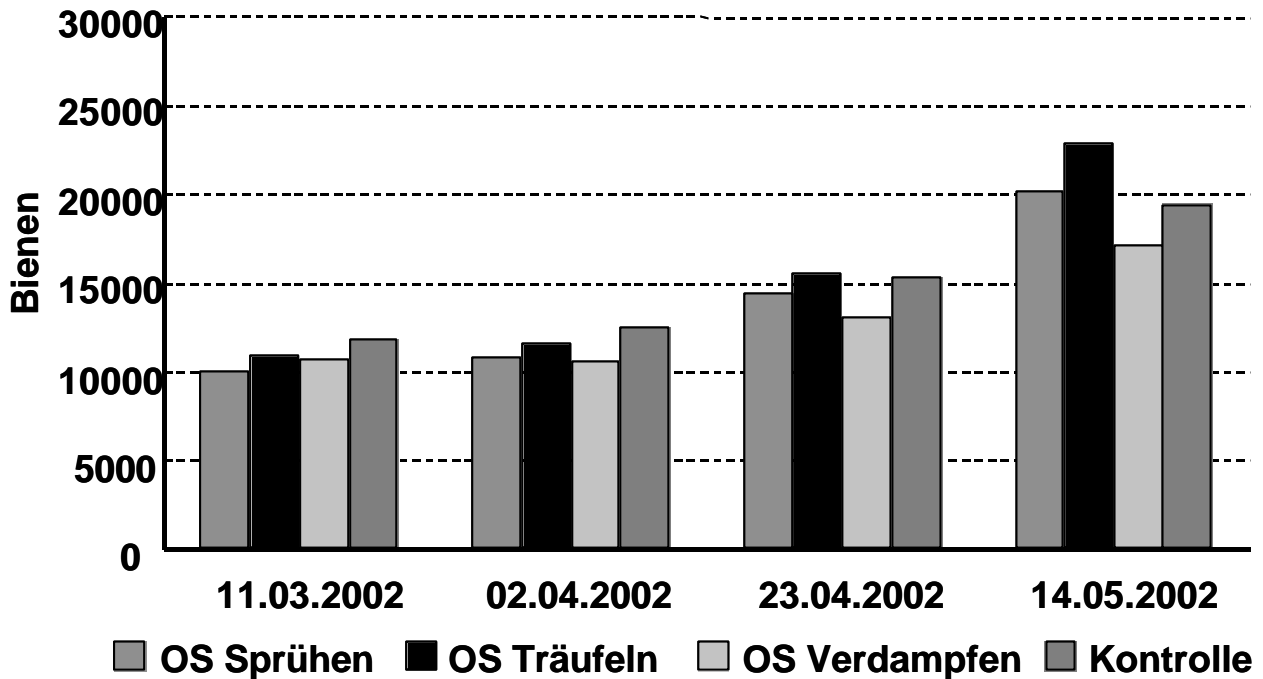


Abb. 9: Auch auf die Frühjahrsentwicklung der Völker konnte kein negativer Einfluss der Oxalsäurebehandlungen (OS), unabhängig von der Methode, gegenüber der unbehandelten Kontrolle festgestellt werden.

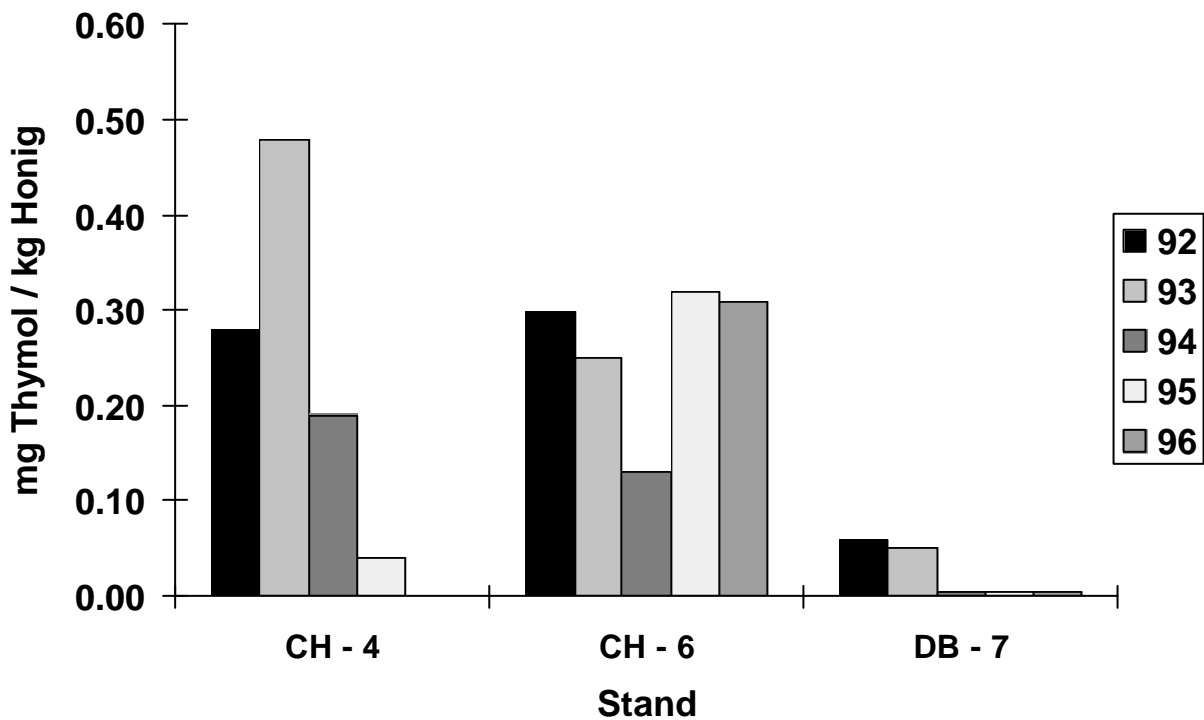


Abb. 10: Bei einer jährlichen Thymolanwendung von ca. 6 Wochen nach Ende der Tracht konnte in dieser Untersuchung über 5 Jahre keine zunehmenden Thymolrückstände in den Frühjahrshonigen festgestellt werden. Auf den beiden Bienenständen mit Schweizerkasten (CH) lagen die Werte doppelt so hoch wie auf demjenigen mit den Dadantkästen (DB).

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Kommentar zu den Fotos

Foto 1: Ausschneiden der Drohnenbrut hilft die Varroapopulation tief zu halten.

Foto 2: Stossbehandlungen mit Ameisensäure – Zwei Behandlungsblöcke anfangs August und Ende September von je 2 bis 3 Behandlungen während einer Woche genügen, um die Varroapopulation ca. 90 - 95% zu dezimieren.

Foto 3: Mit Hilfe von gittergeschützten Unterlagen kann ein rasches Ansteigen des Befallsgrades wegen Rückinvasionen oder ungenügendem Behandlungserfolg frühzeitig erkannt und die notwendigen Bekämpfungsmassnahmen rechtzeitig eingeleitet werden.

Foto 4: 1 bis 2 Langzeitbehandlungen mit dem FAM-Dispenser genügen, um die Varroapopulation im August/September ca. 80 bis 90% zu reduzieren.

Foto 5: Apilife-Var ist ein Thymolprodukt und wird im August und September während 6 Wochen angewandt. Dabei werden die Plättchen nach drei Wochen durch neue ersetzt. Je nach Kastensystem und Temperatur liegt der Behandlungserfolg über 90%. Andere Produkte wie Thymovar und Apiguard werden auf eine ähnliche Art angewandt.

Foto 6: Durch das Besprühen aller Bienen, Wabenseite für Wabenseite, mit einer Oxalsäure-Wasserlösung im November, wenn die Völker brutfrei sind, kann die Milbenpopulation unter 50 reduziert werden.

Foto 7: Das Träufeln der Oxalsäure-Zuckerwasserlösung auf die Bienen in den Wabengassen ist die einfachste Methode der Oxalsäureanwendung.

Foto 8: Beim Verdampfen der Oxalsäure werden die Völker nicht geöffnet und können deshalb bei Temperaturen von 2 °C oder mehr behandelt werden.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

Literatur

- 1 ADEL T, B; KIMMICH, K H (1986) Die Wirkung der Ameisensäure in die verdeckelte Brut. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 20(12): 382-385.
- 2 ARCULEO, P (1999) Studio comparativo di prodotti a base di timolo nel controllo della varroa in Sicilia. *Estratto da Tecnica Agricola* (4): 49-54.
- 3 BAGGIO, A; PIRO, R; CRIVALLERI, D; DAINESE, N; DAMOLIN, O; MUTINELLI, F (2003) Produits a base de thymol pour contrôler la varroase. Etude de l'efficacité et des résidus dans le miel. *La Santé de l'Abeille* (No 193): 11-15.
- 4 BECKER, B (1997) Der weiterentwickelte Nassenheider Verdunster. *Imkerfreund* 52(7): 16.
- 5 BERNARDINI, M; GARDI, T (2001) Influence of acaricide treatments for varroa control on the quality of honey and beeswax. *Apitalia* 28(7-8): 21-24.
- 6 BOGDANOV, S; CHARRIERE, J D; IMDORF, A; KILCHENMANN, V; FLURI, P (2002) Determination of residues in honey after treatments with formic and oxalic acid under field conditions. *Apidologie* 33(4): 399-409.
- 7 BOGDANOV, S; IMDORF, A; KILCHENMANN, V (1998) Residues in wax and honey after Apilife VAR treatment. *Apidologie* 29(6): 513-524.
- 8 BOGDANOV, S; KILCHENMANN, V; FLURI, P; BÜHLER, U; LAVANCHY, P (1999) Influence of organic acids and components of essential oils on honey taste. *American Bee Journal* 139(1): 61-63.
- 9 BOLLHALDER, F (1998) "Thymovar" zur Varroabekämpfung. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 121(3): 148-151.
- 10 BÜCHLER, R (1996) Sommerbehandlung mit Ameisensäure. Applikatoren und IMP im Vergleich. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 30(7): 10-12.
- 11 BÜCHLER, R (1997) Der Einsatz von Ameisensäure - Applikatoren in Holz-Magazinbeuten. *Die Biene* 133(2): 9-12.
- 12 BÜCHLER, R (1999) Versuchsergebnisse zur Varroatosebekämpfung durch Aufträufeln von Oxalsäurelösung auf die Wintertraube. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 33(10): 5-8.
- 13 BÜCHLER, R (2002) Winterbehandlungsmethoden im Test. Auswirkungen auf die Volkentwicklung. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 36(11): 10-13.
- 14 BURMEISTER, K (1996) Verdunster zur Ameisensäureanwendung. *Schweiz. Bienenztg.* 119(1): 16-17.
- 15 CHARRIERE, J D ; IMDORF, A (2002) Oxalic acid treatment by trickling against Varroa destructor: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. *Bee World* 83(2): 51-60.
- 16 CHARRIÈRE, J D; IMDORF, A (2000) Acide oxalique par dégouttement: essais 1999/2000 et recommandations d'utilisation pour l'Europe centrale. *Revue Suisse d'Apiculture* 97(11-12): 400-407.
- 17 CHARRIÈRE, J D; IMDORF, A; BACHOFEN B. (1998) Fünf Ameisensäure-Dispenser im Vergleich. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 121(6): 363-367.
- 18 CHARRIÈRE, J D; IMDORF, A; BACHOFEN, B; TSCHAN, A (1998) Le retrait du couvain de mâles operculé: une mesure efficace pour diminuer l'infestation de varroas dans les colonies. *Revue Suisse d'Apiculture* 95(3): 71-79.
- 19 CHARRIÈRE, J D; IMDORF, A; FLURI, P (1997) Comment utiliser au mieux le diffuseur à acide formique "FAM Liebefeld" ? *Revue Suisse d'apiculture* 94(5): 134-138.
- 20 CHARRIÈRE, J D; IMDORF, A; FLURI, P (1997) Die Anwendung des Ameisensäure-Dispensers "FAM Liebefeld" gegen die Varroa. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 120(6): 330-333.
- 21 CHARRIÈRE, J-D; IMDORF, A; KUHN, R (2003) Bienenverträglichkeit von verschiedenen Winterbehandlungen gegen *Varroa destructor*. *Schweizerische Bienen-Zeitung* (Im Druck).
- 22 CHARRIÈRE, J D; MAQUELIN C.; IMDORF, A; BACHOFEN B. (1998) Quelle proportion de la population de Varroa prélève-t-on lors de la formation d'un nucléé? *Revue Suisse d'apiculture* 95(6): 217-221.
- 23 FAUCON, J P; MARTEL, A C; ZEGGANE, S; AURIÈRES, C; DRAJNUDEL, P (2002) Teneur naturelle en acide oxalique des miels français. *Rapport d'essai de l'AFSSA* 1-7.
- 24 FRIES, I (1991) Treatment of sealed honey bee brood with formic acid for control of *Varroa jacobsoni*. *American Bee Journal* 131(5): 313-314.
- 25 GARZA-Q. M. 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* (12): 801.
- 26 GUMPP, T; DRYSCH, K; RADJAIPOUR, M; DARTSCH, P C (2003) Arbeitshygienische Untersuchungen zur Verdampfung von Oxalsäure. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 126(1): 26-30.
- 27 IMDORF, A; BOGDANOV, S; IBANEZ OCHOA, R; CALDERONE, N (1999) Use of essential oils for the control of

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

- Varroa jacobsoni* (Oud.) in honey bee colonies . *Apidologie* 30(2-3): 209-228.
- 28 IMDORF, A; BOGDANOV, S; KILCHENMANN, V; MAQUELIN, C (1995) Apilife VAR: A new varroacide with thymol as the main ingredient. *Bee World* 76(2): 77-83.
- 29 IMDORF, A; BÜHLMANN, 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.
- 30 IMDORF, A; CHARRIÈRE, J D (1998) Eine oder zwei Langzeitbehandlungen mit Ameisensäure ? *Schweizerische Bienen-Zeitung* 121(7): 433-435.
- 31 IMDORF, A; CHARRIÈRE, J D (2002) Oxalsäure - wo stehen wir ? *Schweizerische Bienen-Zeitung* 125(9): 14.
- 32 IMDORF, A; CHARRIÈRE, J D; MAQUELIN, C; KILCHENMANN, V; BACHOFEN, B (1995) Alternative Varroabekämpfung. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 118(8): 450-459.
- 33 IMDORF, A; CHARRICRE, J D; BACHOFEN, B (1995) Wann ist die Oxalsäure als Varroazid geeignet? *Schweizerische Bienen-Zeitung* 7(118): 389-391.
- 34 IMDORF, A; KILCHENMANN V. (1990) Natürlicher Milbenfall im Oktober. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 113(9): 505-506.
- 35 Kary, I. (87) *Untersuchungen zur Rückstandsproblematik in Bienenhonig im Rahmen der Varroatosebekämpfung*. Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Giessen, Deutschland.
- 36 KRÄMER, K (1980) Varroabekämpfung mit Ameisensäure. Einbringung der Am eisensäure über eine Weichfaser-Dämmplatte. *Die Biene* 116(8): 340-343.
- 37 KRÄMER, K (1991) Feldversuche mit der Krämer-Platte. Kombinierte Behandlung mit 85prozentiger Ameisensäure. *Dtsch. Imker J.* 2(9): 384-387.
- 38 LIEBIG, G (1997) Ameisensäurebehandlung mit Tellerverdunster und Medizinflasche. *Deutsches Bienen Journal* 5(2): 4-7, 48-51.
- 39 LIEBIG, G (1997) Neue Methoden der Varroatosebekämpfung. Aufträufeln von Oxalsäure und Zitronensäure. *Deutsches Bienen Journal* 5(3): 7.
- 40 LIEBIG, G (2000) Der Feldversuch "Tellerverdunster" 1999. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 34(8): 18-20.
- 41 LIU, T P; NASR, M (1992) Effects of formic acid treatment on the infestation of tracheal mites, *Acarapis woodi* (Rennie), in the honey bee, *Apis mellifera* L. *American Bee Journal* 132666-668.
- 42 LONG, L T; KOENIGER, N; ET AL. (1997) Kombinationsbehandlung der Varroatose mit verdünnter Ameisensäure und Majoranöl: Labortests und Freilandversuche. *Apidologie* 28(3/4): 179-181.
- 43 MARINELLI, E; DE PACE, F M; RICCI, L; PERSANO ODDO, L (2002) Lotta contro la varroa: strategie di intervento con prodotti a basso impatto nel Lazio. Sabatini, A. G., Bolchi Serrini, G., Frilli, F., and Porrini, C., *Il ruolo della ricerca in apicoltura*, Litosei, Bologna, 123-129.
- 44 MATTILA, H R; OTIS, G W (1999) Trials of Apiguard, a thymol-based miticide. Part 1. Efficacy for control of parasitic mites and residues in honey. *American Bee Journal* 139(12): 947-952.
- 45 MATTILA, H R; OTIS, G W (2000) The efficacy of Apiguard against varroa and tracheal mites, and its effect on honey production: 1999 trial. *AMERICAN BEE JOURNAL* 140(12): 969-973.
- 46 MILANI, N (1999) The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie* 30(2-3): 229-234.
- 47 MOOSBECKHOFER, R (1991) Apistan und Bayvarol - Langzeitwirkung behandelter Waben. *Bienenvater*. 112(3): 90-92.
- 48 MOOSBECKHOFER, R (1999) Varroabekämpfung mit Ameisensäure. Der zweimalige Einsatz des Nassenheider- bzw. Universalverdunstens verbessert das Behandlungsergebnis. *Bienenvater* 120(9): 11-13.
- 49 MOOSBECKHOFER, R (1999) Varroabekämpfung mit Ameisensäure: Nassenheider- und Universalverdunster im Test. *Bienenvater* 120(7-8): 8-12.
- 50 MOOSBECKHOFER, R (2000) Gemülleuntersuchung zur Befallsabschätzung und Kontrolle der Behandlungswirkung. *Bienenvater* 42(7-8): 12-14.
- 51 MOOSBECKHOFER, R (2000) Universalverdunster. Zusammenfassung der Prüfung der Anwendung von Ameisensäure mit dem patentgeschützten "Universalverdunster" . *Bienenvater* 121(7-8): 21-23.
- 52 MOOSBECKHOFER, R; BAUMGARTNER, M (2002) Erste Ergebnisse zur Varroabekämpfung in Österreich mit ApiOxal und dem VARROX - Verdampfer. *Bienenvater* 123(11): 9-12.
- 53 MUTINELLI, F; BAGGIO, A; CAPOLONGO, F; PIRO, R; PRANDIN, L; BIAISON, L (1997) A scientific note on oxalic acid by topical application for the control of varroosis. *Apidologie* 28(6): 461-462.
- 54 NANETTI, A; MASSI, S; GATTAVECCHIA, E; GHINI, S; DE SALVIO, M; STRADI, G (2002) Acido ossalico e timolo nel controllo della varroasi. Sabatini, A. G., Bolchi Serrini, G., Frilli, F., and Porrini, C., *Il ruolo della ricerca in apicoltura*, Litosei, Bologna, 131-141.

Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa d.* in honey bee colonies

- 55 NANETTI, A; STRADI, G (1997) Varroasi: trattamento chimico con acido ossalico in sciroppo zuccherino. *L' Ape nostra amica* 19(5): 6-14.
- 56 NOZAL, M J; BERNAL, J L; GOMEZ, L A; HIGES, M; MEANA, A (2003) Determination of oxalic acid and other organic acids in honey and in some anatomic structures of bees. *Apidologie* 34:181-188.
- 57 PECHHACKER, H (1991) Mehrmalige Verwendung der Apistan-Streifen. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 114(10): 592-593.
- 58 RADEMACHER, E (1997) Eine neue Applikationsform der Ameisensäure. *Bienenvater* 118(2;3): 5-9;4-9.
- 59 RADEMACHER, E (2000) Varroatosebekämpfung mit Ameisensäure im Applikator (Nassenheider Verdunster). *Deutsches Bienen Journal* 8(9): 10-11.
- 60 RADETZKI, T (1994) Oxalsäure, eine weitere organische Säure zur Varroabehandlung. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 28(12): 11-15.
- 61 RADETZKI, T; BÄRMANN, M (2001) Oxalsäure-Verdampfung im Feldversuch mit 1509 Völkern. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 124(9): 16-18.
- 62 RADETZKI, T; BÄRMANN, M (2001) Rückstände und Bienenverträglichkeit der Oxalsäure-Verdampfung. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 124(9): 19-20.
- 63 RADETZKI, T; BÄRMANN, M (2001) Verdampfungsverfahren mit Oxalsäure. Feldversuch mit 1509 Völkern im Jahr 2000. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 35(9): 20-23.
- 64 RADETZKI T.; BÄRMANN M.; SICURELLA G. (2000) Neue Anwendungstechnik in Testphase - Oxalsäure-Verdampfungsmethode ohne Einfluss auf Bienentotenfall. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 34(11): 9-11.
- 65 RITTER, W (1994) Kontrolle der Tracheenmilbe mit Menthol und Ameisensäure. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* (11): 21-22.
- 66 ROSENKRANZ, P; ENGELS, W (1985) Konsequente Drohnenbrutentnahme, eine wirksame biotechnische Massnahme zur Minderung von Varroatose-Schäden an Bienenvölkern. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 21(9): 265-271.
- 67 ROSENKRANZ, P; RITTER, W (1998) Varroatose-Bekämpfungskonzept für Baden-Württemberg. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 32(5): 21-23.
- 68 SCHUSTER, H (1997) Vergleich verschiedener Verfahren zur Varroabekämpfung mit Ameisensäure. *Imkerfreund* 52(7): 4-12.
- 69 TROUILLER, J (2001) Le traitement Apiguard. *Abeille de France et l'Apiculteur* (No. 866): 35-36.
- 70 UNTERWEGER, H; WACHA, C; BANDION, F (2001) Bestimmung von Oxalsäure in Honig mittels GC-MS (SIM). *Ernährung* 25(3): 111-115.