Lässt sich *Varroa destructor* mit ätherischen Ölen bekämpfen?

Anton Imdorf[1] und Pascale Blumer-Meyere[2]
[1] Zentrum für Bienenforschung, FAM, Liebefeld, CH-3003 Bern
[2] Fuchsloch 6, 5023 Biberstein

Die Bekämpfung der Varroatose mit herkömmlichen, kommerziellen Akariziden bereitet zunehmend Probleme (Rückstände, resistente Milben) und Forschung sowie Praxis sind gezwungen, sich nach alternativen Behandlungsmethoden umzuschauen. Ätherische Öle sind flüchtige, natürliche Duftstoffe und wurden in zahlreichen Versuchen gegen Varroa destructor *getestet. Hier wird ein Überblick über die gemachten Untersuchungen gegeben.*

LABORVERSUCHE

Wer verbindet nicht den Geruch von Patschuli mit Grossmutters Kleiderschrank? Die Blätter der Patschulipflanze enthalten ein ätherisches Öl, das vor Mottenbefall schützt. Ätherische Öle sind stark riechende Stoffgemische, die sich meist rasch verflüchtigen und von den Pflanzen produziert werden. Wie das Patschuliöl, wehren einige ätherischen Öle Insekten ab und schützen so die Pflanzen vor Insektenfrass. Andere wiederum locken mit ihrem Duft Blütenbestäuber an oder töten Mikroorganismen, Insekten und Spinnentiere und bewahren die Pflanzen vor Krankheiten.



Für die Pflanzen ist der Nutzen dieser Öle vielfältig, aber auch der Mensch hat für sie Verwendung gefunden, sei es als Parfüm, zu medizinischen Zwecken oder zur Schädlingsbekämpfung. Ätherische Öle bestehen meist aus 50–100 Komponenten und ihre Zusammensetzung kann stark variieren, je nach Herkunft, Wachstumsbedingungen und Varietät der Pflanzen oder in Abhängigkeit der Extraktionsmethode. Der Gehalt an Thymol in Thymianöl beispielsweise liegt zwischen 5-40%. Daher empfiehlt es sich, mit standardisierten Substanzen oder einzelnen aktiven Komponenten zu arbeiten, denn nur so sind die Resultate reproduzierbar.

Pfefferminze *(Mentha x piperita L.)*
Das ätherische Öl der Pfefferminze enthält 30-40% Menthol. Diese Komponente des Pfefferminzöls wird in den USA bereits seit den 80er-Jahren des 20. Jahrhunderts zur Bekämpfung von *Acarapis woodi* angewendet. (Foto: Lauber K. & Wagner G., 1996)

In der Imkerei kommen ätherische Öle ebenfalls zum Einsatz. Beispielsweise wird in den USA die Milbe *Acarapis woodi* mit Menthol, einer Komponente des Pfefferminzöls, bekämpft. Inzwischen wurden ätherische Öle und Komponenten auch zur Bekämpfung der Varroamilbe (*Varroa destructor*) getestet. Diese Naturprodukte sind nach eingehender Prüfung und einer korrekten Anwendung und Dosierung weitgehend unproblematisch. Im Folgenden sind jene ätherischen

Öle und Komponenten aufgeführt, die in den zahlreichen bisher durchgeführten Laborversuchen bei Varroa und Bienen Reaktionen hervorriefen.

Laborversuche

Die Zahl an verschiedenen ätherischen Ölen ist gross und die Effekte all dieser Stoffe auf Varroa sind unmöglich zu testen. Da Feldversuche mit ganzen Bienenvölkern sehr aufwändig sind, wurden von einigen Autoren zuerst verschiedene Laborversuche durchgeführt. Viele der mehr als 150 untersuchten Öle oder Komponenten zeigen keine Wirkung auf Varroa, einige jedoch töten sie oder beeinflussen ihr Verhalten, d.h. sie ziehen die Milbe an oder stossen sie ab und stören deren Fortpflanzung.

Giftigkeit für Varroa-Milben und Bienen

Wie wenden wir ätherische Öle und ihre Komponenten am Besten an? Da ätherische Öle flüchtig sind, verdunsten sie rasch in die Umgebungsluft. Manchmal sterben die Milben bereits nach einem Kontakt über die Umgebungsluft. Einige Substanzen wirken aber nur tödlich, wenn die Milben direkt mit ihnen in Kontakt kommen. Hoppe (1990) hat verschiedene Anwendungsmethoden verglichen: Werden die Milben den Dämpfen von verschiedenen Ölen ausgesetzt, so sterben bei 25 der 55 getesteten Substanzen innerhalb von drei Tagen 95% der Milben. Als Hoppe die selben Substanzen jedoch direkt auf die Milben träufelte, erwiesen sich nur drei bei der angewandten Dosierung als tödlich. In einem anderen Versuch wurden ätherische Öle in Aceton gelöst und Varroa befallene Bienen damit besprüht. Einzig Wintergrünöl führte dabei zu guten Resultaten. Nach Hoppe (1990) ist die passive Verdunstung die beste Anwendungsmethode für ätherische Öle.



Wintergrün *(Pyrola rotundifolia)*
Wintergrünöl mit der Hauptkomponente Methylsalizylat zeigte sich zusammen mit einer Warmluftbehandlung als sehr wirksam gegen die Milben. Das Verfahren wurde von Mitarbeitern des Tierhygienischen Institutes in Freiburg (D) zusammen mit Imkern entwickelt. (Foto: Lauber K. & Wagner G., 1996)

Wintergrünöl war im oben erwähnten Versuch nur in hohen Dosen wirksam, die glücklicherweise den Bienen nichts anhaben. Denn leider sind ätherische Öle und ihre Komponenten manchmal nicht nur für die Milben, sondern auch für die Bienen giftig und es ist notwendig, neben den Milben auch die Bienen zu beobachten. Kommen wir nochmals zu den von Hoppe getesteten Substanzen zurück: 25 der 55 Substanzen führten nach der Verdunstung zu einer hohen Milbensterblichkeit; nur gerade 9 der 25 Dämpfe töteten aber weniger als 10% der Bienen. Dadurch wird die Auswahl erheblich eingeschränkt.

Tabelle 1: Hoppe (1990) setzte Varroa befallene Bienen in einem kleinen Käfig den Dämpfen verschiedener ätherischer Öle aus und kontrollierte sowohl die Sterblichkeit der Milben als auch jene der Bienen.

Ätherisches Öl von	Sterblichkeit (nach max. 72 Std.)	
	Milben	Bienen
Allylsenf	100%	nicht getestet
Änis	100%	5%
Dill	95%	32%
Fenchel	100%	2%
Geranium	95%	2%
Gewürznelke	100%	2%
Grünen Minze	100%	15%
jap. Pfefferminz	100%	25%
Knoblauch	100%	100%
Koriander	100%	40%
Kümmel	100%	17%
Lavendel	100%	2%
Majoran	100%	15%
Margeriten	100%	17%
Melissen	100%	8%
Orangenblüten	100%	18%
Oregano	100%	87%
Pfefferminz	100%	48%
Rosmarin	100%	3%
Spik	95%	nicht getestet
Thymian	100%	92%
Wermut	100%	95%
Wintergrün	100%	7%
Zimt	100%	7%
Zwiebel	100%	100%

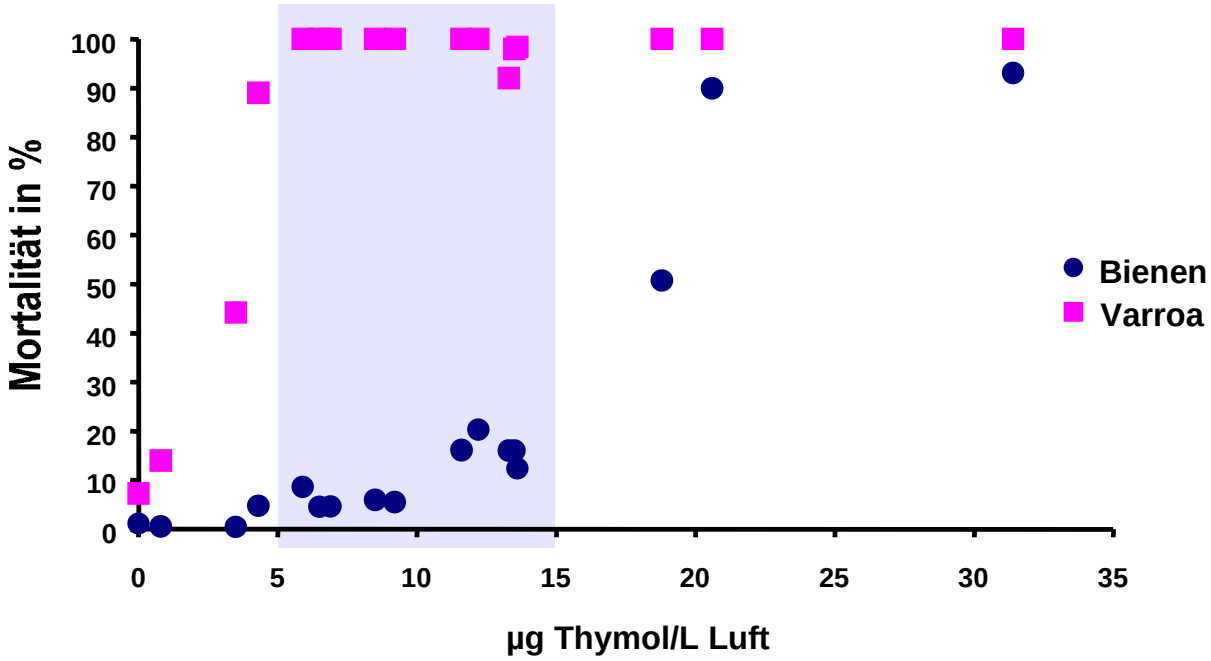
Dosis-Wirksamkeits-Kurve

Ob eine Substanz giftig ist oder nicht, entscheidet letztlich deren Dosis. Nelkenöl beispielsweise tötet bei geringer Dosierung die Milben recht wirksam. Steigt die Konzentration aber an, so nimmt auch die Bienensterblichkeit rasch zu (Kraus, 1990). Da die Dosis von flüchtigen Stoffen von deren Verdunstungsrate abhängt und sich diese im Bienenvolk nur schlecht kontrollieren lässt, wäre der Einsatz von Nelkenöl zu gefährlich. Majoranöl hingegen dezimiert die Milben in einem breiten Konzentrationsbereich und ist für Bienen auch noch in hohen Dosen weitgehend unschädlich (Kraus, 1990).

In einer eingehenden Studie in Liebefeld wurden sogenannte Dosis-Wirksamkeitskurven erstellt (Imdorf et al., 1995). Dabei wurden unter kontrollierten Bedingungen unterschiedliche Dosen diverser ätherischer Öle und Komponenten der Luft zugefügt und sowohl die Sterblichkeit der Milben als auch jene der Bienen protokolliert. Die ätherischen Öle von Thymian, Salbei und Ysop sowie die Komponenten Thymol, Menthol, Kampfer, Eukalyptol, α-Thujon, γ-Terpinen, p-Cymol, Camphen, α-Terpinen, Eugenol, Limonen, α-Pinen wurden untersucht.

Liebefelder Laborversuch
Varroa befallene Bienen wurden in kleinen Käfigen in Exikatoren einer Testsubstanz ausgesetzt und im Klimaschrank bei konstanter Temperatur und Luftfeuchtigkeit gehalten (rechts im Bild). Jede Testsubstanz wurde der Luft in verschiedenen Mengen beigegeben und die Sterblichkeit der Bienen und Milben ermittelt.





Dosis-Wirksamkeits-Kurve
Thymol ist eine Komponente des Thymianöls. In einem bestimmten Konzentrationsbereich (5-15 µg Thymol/l Luft, hervorgehobener Bereich) tötet dieser Stoff die Varroamilben und lässt die Bienen unversehrt.

Weitere Autoren untersuchten den Effekt flüchtiger Pflanzensubstanzen auf die Sterblichkeit der Milben. Sammataro und Mitarbeiter (1999) mischten verschiedene ätherische Öle mit Olivenöl, träufelten die Gemische auf Filterpapier und liessen die ätherischen Öle verdunsten. Bei Lorbeeröl starben 75% der Milben, bei Nelkenöl 87% und bei Oreganoöl gar 100%. Eine Milbensterblichkeiten von über 90% erreichten Colin und seine Mitarbeiter (1994), nachdem sie die

Milben den Düften von Gänsefussöl, Salbeiöl und Thymianöl ausgesetzt hatten. Bei diesem Versuch wurde eine Öl-Wasser-Emulsion auf das Filterpapier gegeben.

Verschiedene Autoren (Melathopoulos et al., 2000; Schenk et al., 2001) testeten in kleinen Käfigen mit Varroa parasitierten Bienen die Kontaktwirkung von Niemöl. Dabei stieg die Milbentoxizität mit zunehmender Konzentration der Lösung stark, die Bienentoxizität aber nur leicht an. Die Resultate deuten darauf hin, dass sich Niempräparate zur Kontrolle der Varroa eignen könnten. Zuerst müssen aber die wirksamen Substanzen gefunden und identifiziert werden. Erst dann lassen sich Präparate entwickeln, welche die bekannten Nebenwirkungen auf die Bienenbrut ausschliessen und eine gute Wirkung sicherstellen (Naumann et al., 1996; Peng et al., 2000).

Marchetti und Mitarbeiter (1983) setzten Varroa befallene Bienenvölker dem Rauch von verbranntem Pflanzenmaterial aus. Bei Grüner Minze erreichte der anschliessend erhobene Milbenfall über 75%. Auch Eischen und Wilson (1997) arbeiteten mit dem Rauch von Pflanzenmaterial, doch sie liessen den Rauch vor der Behandlung abkühlen. Einen Milbenfall von 70-90% bewirkten: Creosote, Essigbaum, Grüne Minze, Margerite, Niembaum, Sauerklee, Teebaum, Wacholder und Zitrus.

Bei zahlreichen Versuchen wurden die Substanzen nur in einzelnen Dosen getestet, und deren Wirksamkeit kann deshalb nicht abschliessend beurteilt werden.

Einfluss auf das Verhalten von Bienen und Milben

Auch wenn ein ätherisches Öl die Milben nicht tötet, sondern nur deren Verhalten verändert, kann es die Population beeinflussen. Die Varroamilbe vermehrt sich ausschliesslich in den verdeckelten Brutzellen der Bienen. Wenn es uns gelingen würde, die Milbe mit ätherischen Ölen zu verwirren und von der Bienenbrut fernzuhalten, könnten wir die erfolgreiche Vermehrung des Parasiten verhindern. Denkbar wäre andererseits auch eine Duftstofffalle mit attraktiven ätherischen Ölen, mit denen die Milben angelockt und anschliessend aus dem Bienenstock entfernt werden könnten.

Verschiedene ätherische Öle vermochten in Laborversuchen das Verhalten der Milben zu beeinflussen (Hoppe,1990, Hoppe & Schley, 1984, Kraus, 1990, Kraus et al., 1994, Bunsen, 1991). Wurden die Substanzen aber bei frei fliegenden Völkern angewendet, so erwies sich einzig Majoranöl als wirksam (Kraus, 1990, Kraus et al., 1994). Die Varroamilbe ist perfekt an das Leben im Bienenvolk angepasst und stets zur rechten Zeit am rechten Ort. Werden Brutwaben mit Majoranöl behandelt, so sinkt die Befallsrate. Kraus und Mitarbeiter (Kraus, 1990, Kraus et al., 1994) vermuten, dass durch das Majoranöl die Orientierung der Milbe gestört wird und sie nicht mehr zwischen Brut und erwachsenen Bienen unterscheiden kann.

Fazit der Laborversuche

Mittels Laborversuchen können recht effizient interessante Stoffe gefunden werden. Deren Wirkung auf die Sterblichkeit oder das Verhalten der Milben muss aber unbedingt bei frei fliegenden Völkern überprüft werden, denn die erfolgsversprechenden Laborresultate lassen sich nur selten in Feldversuchen bestätigen. Auf die Anwendung ätherischer Öle und ihrer Komponenten bei frei fliegenden Bienenvölkern wird im 2. Teil dieses Artikels eingegangen, der demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen wird.

Tabelle 2: In Laborversuchen wurde der Effekt verschiedener ätherischer Öle auf das Verhalten und die Vermehrung von *Varroa destructor* sowie die Sterblichkeit der Bienenbrut und das Verhalten der Beinen untersucht.

R = abstossend, A = anziehend, g = gering, m = mittel, h = hoch, + = Zunahme, - = Abnahme
0 = kein Effekt

Ätherische Öle	abstossend - anziehend				Vermehrung der Milben	Brutsterb-lichkeit	Verhalten der Bienen
	Hoppe, 1990; Hoppe, Schley, 1984	Kraus, 1990	Bunsen, 1991	Colin et al., 1994	Bunsen, 1991	Bunsen, 1991	Bunsen, 1991
Anona				R			
Baldrian		A					
Bergamot		R				h	
Bohnenkraut			R		0	h	
Citronelle		R				g	
Eukalyptus	R	R				g	
Fenchel	0	R				h	
Galbanum			R		0	m	
Gänsefuss				R			
Geranium		R					
Gewürznelke	A	A	0		+	g	
Grapefruit		R					
Kamille		R					
Kardamom		R				g	
Kiefer/Föhre			R		0	g	
Koriander		R				g	
Kümmel			R		0	g	
Latschenkiefer		R					0
Lavendel	R	R	R		-	g	gestört
Lilie			0		+	g	
Lorbeer		R					
Majoran		R				g	
Mandarine			R		0	g	
Melisse	R	R	R		0	m/g	gestört
Minze		R					
Muskatnuss		R				g	
Niembaum			R		0		0
Pfefferminze	R	R	0		+	g	
Rose		R				m	
Rosmarin		R				g	
Salbei			R	R	0	g	
Sandelholz		R					
Sellerie		0	R		0	g	
Tannennadel		R	R		0	h	0
Thymian	R			R	0	h	
Veilchen			R		0	g	
Wacholder		0	R		0	g	
Weinhefe			R		0	m	
Wermut	R						
Wintergrün		A	A		0	g	0
Zeder		0	R		0	0	
Zimt	A	A			0	h	
Zitrone	R		0		+	m	

Tabelle 3: In Laborversuchen wurde der Effekt verschiedener Komponenten ätherischer Öle und anderen organischen Verbindungen auf das Verhalten und die Vermehrung von *Varroa destructor* sowie die Sterblichkeit der Bienenbrut und das Verhalten der Bienen untersucht.

R = abstossend, A = anziehend, g = gering, m = mittel, h = hoch, + = Zunahme, - = Abnahme
0 = kein Effekt

Komponenten von ätherischen Ölen und organischen Substanzen	abstossend - anziehend			Vermehrung der Milben	Brutsterblichkeit
	Hoppe, 1990; Hoppe, Schley, 1984	Kraus, 1990	Bunsen, 1991	Bunsen, 1991	Bunsen, 1991
Acetyleugenol		A			
Anethol		R	R	0	h
Benzoesäure		R			
Benzylalkohol		0			
Bornyl Acetat		R			
Caryophyllen			R	0	m
Citral		R	R	0	m
Citronellal		R	R	0	g
Citronellol		R	0	-	m
Coumarin		A			
Decanal			R	0	m
Elemol		R			
Eucalyptol		R			
Eugenol	A	A	0	+	m
Geraniol		R			
Isoeugenol		R			
Kampfer			0	-	g
Linalool		0	0	-	h
Linalylacetat			R	-	h
Menthol		R			
Menthon		A			
Nerolidol			R		h
Octenal			R	0	h
Phenylacetylen			R	0	g
Pinen		R	0	-	g
Terpineol			0	-	h
Zimtaldehyd		A			

VERSUCHE MIT BIENENVÖLKER

Anwendung im Volk

Ätherische Öle

Nachdem sich Nelken- und Wintergrünöl im Labor als wirksam erwiesen haben, trug Hoppe (1990) diese Öle auf Karton auf und lies sie in Bienenvölkern verdunsten. Bei geringer Dosierung (5 ml) führte keines der Öle zu einem Effekt. Bei erhöhter Konzentration des Nelkenöls (10 ml) starben nicht nur 47% der Milben, sondern auch 27% der Bienen. Wintergrünöl hingegen tötete bei einer Dosierung von 15 ml 95% der Milben. Die Sterblichkeit der Bienen war zwar relativ gering (7%), doch ihr Verhalten wurde deutlich gestört.

Die Dosierung des Wintergrünöls kann auf 5 ml reduziert werden, wenn die Völker gleichzeitig während 15 Minuten einer Wärme-Umluft-Behandlung unterzogen werden (Hoppe & Ritter, 1989). Bei brutlosen Kolonien sterben bei einer solchen Behandlung 93% der Milben, während die Bienen keinen Schaden nehmen. Bei Völkern mit Brut versteckt sich ein Teil der Milben in den Brutzellen und ist dort mehr oder weniger vor der Behandlung geschützt. Werden Völker mit Brut neben der Behandlung mit Wintergrünöl einer 30-minütigen Wärme-Umluft-Behandlung unterzogen, beträgt der Milbenfall in den folgenden fünf Tagen zwar nur 31%, der Vermehrungserfolg der Milbe nimmt aber deutlich ab und so wird die Milbenpopulation empfindlich getroffen.

Colin (1990) mischte Wasser mit 1% Thymianöl und 0,5% Salbeiöl. Er behandelte Bienenvölker, die wenig Brutzellen aufwiesen, indem er die Emulsion mit warmer Luft während einer Minute in die Flugöffnungen der Völker sprühte. Bei dieser Behandlung, die nach jeweils drei bis vier Tagen viermal wiederholt wurde, betrug die Milbensterblichkeit 95%. Die recht aufwändige Methode wurde unter dem Namen BIOLOGIC V® kommerzialisiert. Als Liebig (1991) jedoch dieselbe Methode im November in brutfeien Völkern anwendete, lag die Milbensterblichkeit bei nur 10%. Diese beträchtliche Abweichung wurde auf die unterschiedliche Zusammensetzung der ätherischen Öle zurückgeführt. Daher empfiehlt es sich mit klar definierten Substanzen zu arbeiten.



Niemöl wurde zur Bekämpfung der Varroa als 10% Emulsion sechs mal im Intervall von 4 Tagen auf die Bienen jeder Wabenseite gesprüht. Dabei wurde je nach Jahreszeit nur ein durchschnittlicher Behandlungserfolg zwischen 40 und 80% erzielt (Melathopoulos et al., 2000). In einer weiteren Untersuchung wurde eine 5%ige Niemlösung im Oktober auf die gleiche Art angewandt und ein durchschnittlicher Behandlungserfolg von 90% gemessen. Wie bei der oben erwähnten Untersuchung traten auch hier grosse Brut- und Königinnenverluste auf (Whittington et al., 2000).

Salbei (Salbei officinalis)
Die beiden Hauptkomponenten von Salbeiöl sind α-Thujon und Kampfer. Beide Substanzen zeigten im Labortest eine hohe Milbentoxizität und sind gut bienenverträglich.

Auch kombinierte Behandlungen mit ätherischen Ölen und organischen Säuren lieferten vielversprechende Resultate. Le Tu Long (1998) beispielsweise behandelte Völker im Abstand von vier Tagen sieben Mal mit Majoranöl und Ameisensäure. Bei der ersten Behandlung wurde 1,5 l 15%-ige Ameisensäure auf den Kastenboden gegeben und zwei Holzstücke auf den Schenkeln



der Brutwaben mit je 3 ml Majoranöl getränkt. Bei den folgenden sechs Behandlungen wurde jeweils 0,5 l Ameisensäure (15%-ig) verwendet, während die Dosierung des Majoranöls gleich blieb. Bei dieser ebenfalls recht aufwändigen Methode starben 99% der Milben. Erhöhte Verluste von Bienen oder Bienenbrut wurden nicht verzeichnet. In grösseren Feldversuchen mit 47 Völkern wurde aber nur ein durchschnittlicher Behandlungserfolg von 73.7% erzielt (Berg et al. 1999).

In Bienenzeitschriften wurden weitere Behandlungsmethoden mit ätherischen Ölen vorgestellt. Da dabei meist nicht unter standardisierten Bedingungen gearbeitet wurde, kann die Wirksamkeit dieser Methoden nicht objektiv beurteilt werden.

Majoran (Origanum mjorana)
Majoranöl wird in Kombination mit 15%-iger Ameisensäure angewandt. (Foto: Lauber K. & Wagner G., 1996)

Komponenten ätherischer Öle

Ätherische Öle sind komplexe Gemische aus 50-100 Komponenten. Versuche sind besser reproduzierbar und aussagekräftiger, wenn mit einzelnen, klar definierten Komponenten (Reinsubstanzen) gearbeitet wird. Mit Thymol, einer Komponente des Thymianöls, wurden zweifellos bereits die meisten Versuche gemacht und inzwischen sind auch schon verschiedene Produkte mit dieser Substanz auf dem Markt. In einem bestimmten Konzentrationsbereich ist Thymol sehr giftig für die Varroamilben und weitgehend unschädlich für die Bienen. Die Konzentration hängt von der Verdunstungsrate ab und die Kunst ist es nun, diese im Bienenvolk konstant zu halten. Gemäss Mikijuk (1983) beeinflusst vor allem die Temperatur die Verdunstungsrate von Thymol, während die Luftfeuchtigkeit eine untergeordnete Rolle spielt. Da bei hohen Thymolkonzentrationen die Bienensterblichkeit ansteigt, wird empfohlen, die Völker nur bei Temperaturen unter 27-30 °C zu behandeln.

In den 80er-Jahren wurde in Jugoslawien gegen Varroa teilweise Thymol angewendet und gleichzeitig Drohnenbrut ausgeschnitten. Beeindruckt von den dortigen Erfolgen, testeten verschiedene Forschungsgruppen in Italien und Spanien den Effekt von pulverförmigem Thymol und erzielten damit eine Milbensterblichkeit von 66-98%. Trotz unterschiedlicher Methoden war die Milbensterblichkeit mehrheitlich über 90% und die Abweichung zwischen den Völkern gering (siehe Tabelle 4).

Thymol lässt sich auch schmelzen oder in Alkohol lösen und so auf das Trägermaterial auftragen. Liebig (1995) und Bollhalder (1998) tränkten ein Viskose-Schwammtuch mit flüssigem Thymol und legten es auf die Brutwaben. Der Behandlungserfolg war ähnlich wie bei der pulverförmigen Anwendungsmethode (Marchetti et al., 1984; Lodesani et al., 1990; siehe Tabelle 4).

Api Life VAR (Chemicals LAIF, Italien) ist ein weiteres Produkt mit Thymol. Eine Vermikulittafel wird mit einem Gemisch aus Thymol, Eukalyptol, Menthol und Kampfer getränkt und für 2-4 Wochen auf die Brutwaben gelegt. Die Behandlung wird einmal wiederholt. In den im Api Life VAR dargereichten Konzentrationen haben Eukalyptol, Menthol und Kampfer keinen Einfluss auf die Milbensterblichkeit. Thymol scheint also die aktive Substanz dieses Produktes zu sein, zumal die hier gemessenen Thymolkonzentrationen in der Stockluft auch in Laborversuchen alle Milben getötet haben. Die beiden neuen Produkte Thymovar und Apiguard, welche nur Thymol

als Wirkstoff enthalten, zeigten unter sizilianischen Bedingungen die gleiche Wirksamkeit wie Api Life VAR (Arculeo, 1999).

Messen der Stockluftkonzentration

Ätherische Öle sind oft nur in einem bestimmten Konzentrationsbereich wirksam gegen Varroa. In den Versuchen des Zentrums für Bienenforschung werden deshalb Stockluftkonzentration und Faktoren, welche die Verdunstung beeinflussen, detailliert aufgezeichnet.



Mit Api Life VAR wurde in 14 von 22 Versuchen eine Milbensterblichkeit von über 90% erzielt. Die Wirksamkeit variiert jedoch je nach Bienenvolk und Kastentyp. Auch die temperaturabhängige Verdunstungsrate und die Behandlungsdauer spielen eine Rolle (siehe Tabelle 1). Während einer Behandlung mit Api Life VAR entfernen die Bienenvölker in unmittelbarer Nähe der Platte sowohl Futter als auch in einzelnen Fällen Brut und manchmal nehmen sie kaum zusätzliches Futter auf. Daher sollte die Winterfütterung, wenn irgendwie möglich, grösstenteils vor der Behandlung erfolgen. In seltenen Fällen soll Api Life VAR auch die Volksentwicklung gebremst und Räuberei sowie Aggressivität der Bienen stimuliert haben (Moosbeckhofer, 1993). Bei optimaler Anwendung ist Thymol aber gut bienenverträglich. Da bei den Thymolbehandlungen nicht unter allen Bedingungen mit einem sehr hohen Behandlungserfolg gerechnet werden kann, wird eine Kombination mit einer späteren Oxalsäurebehandlung, wenn die Völker brutfrei sind, empfohlen. Weitere Varroabekämpfungsmittel mit dem Hauptwirkstoff Thymol werden in Kürze auf den Markt drängen. Knobelspies (1996) entwickelte eine Langzeitbehandlung mit Thymol. Dabei wird eine kleine Kammer mit Ritzen zwischen den Brutwaben angebracht und im Volk belassen. Im Mai und August oder bei Bedarf wird die Kammer mit jeweils 12 g Thymol gefüllt. Leider liegen keine Ergebnisse von Versuchen unter kontrollierten Bedingungen vor. Gemäss verschiedenen Berichten aus der Praxis kann die Varroapopulation mit dieser Methode unter der Schadensgrenze gehalten werden, solange keine grossen Rückinvasionen auftreten.

Kampfer und γ-Terpinen hatten bei richtiger Dosierung in brutfreien Völkern im November eine Wirksamkeit von über 90% (Imdorf et al., 2001). Diese beiden Substanzen verflüchtigen sich wegen des hohen Dampfdruckes sehr schnell. Eine Langzeitbehandlung ist daher nicht sinnvoll. Auch ist die Stockluftkonzentration bei der passiven Verdunstung je nach Reaktion des Volkes grossen Streuungen unterworfen und ein guter Behandlungserfolg ist daher nicht immer garantiert (Imdorf et al., 2001). Higes und Mitarbeiter (1997) behandelten in Spanien je 4 brutfreie Völker mit Thymol (4 x 10 g) oder Menthol (1 x 30 g) oder Kampfer (1 x 60 g) vom 18. Oktober bis zum 15. November. Dabei erzielten sie einen Behandlungserfolg von 99.1%, 20.5% resp. 72%.

M

J

J



Kontrolle des Befallsgrades

A

S



Thymolbehandlung
(verschiedene Produkte)

O

N

D



Oxalsäurebehandlung
(brutfreie Völker)

Bild 8: Behandlungskonzept bei Thymolanwendung - Die Verdampfung von Thymol ist von verschiedenen Faktoren wie Klima, Kastentyp, etc. abhängig. Ein hoher Behandlungserfolg ist nicht immer garantiert. Deshalb sollte die Thymolbehandlung immer mit einer Oxalsäurebehandlung im Spätherbst ergänzt werden.

Rückstände ätherischer Öle im Honig

Ein Bienenmedikament soll die Konsumenten von Honig weder gesundheitlich gefährden noch die Qualität des Honigs verändern. Die meisten ätherischen Öle gelten als nicht giftig, doch sie riechen sehr intensiv und können bereits in geringen Dosen den Geschmack des Honigs verfälschen. Beispielsweise ist Thymol gemäss EU-Norm (Nr. 2377/90) ein ungiftiges Tierarzneimittel und bedarf keinem Rückstandsgrenzwert. Wir schmecken aber bereits Mengen von über 1,1 mg Thymol in einem Kilo Honig (Bogdanov et al., 1998). Daher wurde in der Schweiz für Thymol ein Toleranzwert von 0,8 mg pro Kilogramm Honig festgelegt. Die Thymolrückstände in Honig liegen normalerweise weit unter diesem Toleranzwert, solange wir nicht während des Nektarflusses behandeln (Bogdanov et al., 1998). Bei einer ganzjährigen Behandlung, wie beispielsweise jener des Thymolrähmchens nach Knobelspies, kann in einzelnen Fällen der Toleranzwert überschritten werden und der Honig ist nicht mehr handelbar. Deshalb wird diese Methode der Thymolanwendung vom Zentrum für Bienenforschung nicht empfohlen.

Menthol bietet bezüglich Rückstandsanalytik ebenfalls keine Probleme. Diese Komponente des Pfefferminzöls, die verschiedentlich gegen *Acarapis woodi* eingesetzt wird, ist auch nach einer dreiwöchigen Behandlung im Honig nicht wahrnehmbar.

Im Rahmen des Bewilligungsverfahren eines Varroabehandlungsmittels müssen Rückstandsanalysen vorgelegt werden. Die Analyse von Rückständen ätherischer Öle gestaltet sich schwierig, da viele einzelne Substanzen der komplexen Gemische im Honig natürlich enthalten sind. Rückstände einzelner Komponenten lassen sich leichter analysieren und die Anwendung definierter Komponenten erleichtert daher das Bewilligungsverfahren erheblich.

Fazit

Die herkömmlichen, kommerziellen Akarizide bereiten in der Varroabekämpfung zunehmend Probleme, da die Resistenz der Milben gegen diese rasch zunimmt und sich ausserdem in den Bienenprodukten Rückstände bilden, die sich bei wiederholter Behandlung ansammeln. Alternative Methoden sind daher gefragt. Obwohl sich in Laborversuchen verschiedene vielversprechende ätherische Öle ermitteln liessen, erwiesen sich unter den getesteten Bedingungen in Feldversuchen nur wenige als effizient. Eine hohe Wirksamkeit gegen *Varroa destructor* zeigte bisher einzig:

- passive Verdunstung von Thymol, Kampfer und γ-Terpinen
- Wintergrünöl in Kombination mit einem thermischen Umluftverfahren (Hoppe & Ritter, 1989)
- gesprayte Emulsion aus Thymian-Salbeiöl (Colin, 1990)
- passive Verdunstung von Majoran in Kombination mit Ameisensäure (Le Tu Long, 1998)

Zum Teil sind diese Behandlungen aber sehr aufwändig und in der Praxis hat sich in Europa bisher einzig die Verwendung von Thymol durchgesetzt.

Gegenwärtig arbeiten verschiedene Forschergruppen an der Entwicklung von neuen Produkten auf der Basis von pflanzlichen Extrakten und deren Komponenten. Für die Zukunft müssen kostengünstige Produkte mit einfacher Anwendungsform, welche in Behandlungskonzepten integriert werden können, entwickelt werden. Denkbar sind z.B. speziell formulierte Gels, die eine konstante Verdunstungsrate der schnell flüchtigen Substanzen gewährleisten. Bis heute ist wenig bekannt betreffend der systemischen Wirkung von solchen Substanzen. Diesbezüglich muss zuerst ein Labor-Screeningtest entwickelt werden, damit eine systemische Wirkung auf die Milbe nachgewiesen werden kann. Einige dieser Substanzen wirken auf die Bienen abstossend und werden deshalb oral nicht aufgenommen. Dieses Problem könnte eventuell mit dem Verfahren der Mikroverkapselung gelöst werden, bei dem Feststoffpartikel oder Tröpfchen mit natürlich oder synthetischen Mineralien umschlossen werden. Nur eine intensive Entwicklungsarbeit kann weiteren ätherischen Ölen und Komponenten zum Durchbruch verhelfen.

Dieser Artikel basiert auf dem in der Zeitschrift Apidologie erschienen Review „Use of Essential Oils for the Control of *Varroa jacobsoni* in Honey Bee Colonies" von Anton Imdorf, Stefan Bogdanov, Rubén Ibáñez Ochoa und Nicholas W. Calderone. Dieser englische Artikel sowie die komplette Literaturliste kann beim Zentrum für Bienenforschung in Liebefeld bezogen werden.

Tabelle 4: Versuche zur Behandlung von *Varroa destructor* mit reinem Thymol

Autor	Anwendungs-form	Dosierung	Plazierung	Behand-lungs-dauer (Tage)	Jahreszeit	Anzahl Völker	Anzahl Auf-sätze	Anzahl Stände	Kasten-typ	Behand-lungserfolg Mittelwert (%)	Behand-lungs-milbenfall Mittelwert
Marchetti et al., 1984	pulverförmig	4 x 15 g	zwischen Waben	16	Okt./Nov.	10	1	1	Dadant	66	3229
Lodesani et al., 1990	pulverförmig	3 x 4.5/6 g	Waben bestäubt	21	Okt./Nov.	38	1	2	Dadant	81	190
Frilli et al., 1991	pulverförmig	4 x 1 g	auf Wabenschenkel	8	Nov.	7	1	1	Dadant	95	
Chiesa, 1991	pulverförmig	5 x 0.5g/Wabe	auf Wabenschenkel	8	Okt./Nov.	21	1	3	Dadant	96.8	1917
Higes & Suarez, 1996	pulverförmig	5 x1 g Wabengasse	auf Wabenschenkel	19	Feb.	4	1	1	Autocol.	97.8	977
Higes & Llorente, 1997	pulverförmig	4 x 8 g	Petrischale auf Waben	28	April/Mai	4		1	Langstr.	97.6	1119
Flores, 1997	pulverförmig	2 x 10 g	Petrischale auf Waben							97	
	Trägermaterial	2 x 10 g	auf Wabenschenkel							95	
Bollhalder, 1998	Träg.-Thymovar	2 x 15 g	auf Wabenschenkel	49	Aug./Okt.	22	1	4	CH	85-97	
Arculeo, 1999	Gel - Apiguard	2 x 12.5 g	auf Wabenschenkel	28	Sept.	10	1	1	Dadant	96.4	
Mattila & Otis, 2000	Gel - Apiguard	2 x 12.5 g	auf Wabenschenkel	30	Mai/Juni	18	1		Langstr.	76.2	
Marinelli et a., 2001	Gel - Apiquard	2 x 12.5 g	auf Wabenschenkel	30	Aug./Sept.	10	1	2	Dadant	94.3 / 96.5	3006
	Träg.-Thymovar	2 x 15 g	auf Wabenschenkel	60	Aug./Sept.	10	1	1	Dadant	97.1 / 93.5	2626

Tabelle 5: Versuche zur Behandlung von *Varroa destructor* mit reinen Mischungen von Thymol, Eucalyptol, Kampfer und Menthol
(N.K. = nicht kommerzialisiert)

Autor	Anwendungs-form	Dosierung	Plazierung	Behand-lungs-dauer (Tage)	Jahreszeit	Anzahl Völker	Anzahl Auf-sätze	Anzahl Stände	Kastentyp	Behand-lungserfolg Mittelwert (%)	Behand-lungs-milbenfall Mittelwert
Contessi & Donati, 1985	Biovarroin	2 x 1	oben	35	Nov./Dez.	2	1	1	Dadant	92.6	316
Tonelli, 1989	Api Life VAR	2 x 1	oben		Nov./Dez.					93.8	
Rickli et al., 1991	Api Life VAR	2 x 1	oben	38	Aug./Sept.	20	1	1	CH	96.4	986
	Api Life VAR	2 x 1	oben	79	Aug./Okt.	20	1	1	CH	99	2453
Mutinelli et al., unpubl.	Api Life VAR	2 x 1	unten	40		13	1	1	Dadant	89	593
van der Steen, 1992	Api Life VAR	2 x1	oben	42	Sept./Okt.	5		1		74	
	N.K. + Kampfer	2 x 1	oben	42	Sept./Okt.	5		1		92	
	N.K. - Kampfer	2 x 1	oben	42	Sept./Okt.	5		1		88	
Moosbeckhofer, 1993	Api Life VAR	2 x 1		29	Sept./Okt.	23	2	3	Zander	98.6	1400
Mutinelli & Irsara, 1993	Api Life VAR	2 x 1	oben	49	Aug./Okt.	27	1	4	Dadant	68.7	4925
Liebig, 1993	Api Life VAR	2 x 1	oben		Sept./Dez.	14	1	4	Zander	97.4	1276
	Api Life VAR	2 x 1	oben		Sept./Dez.	26	2	4	Zander	63.9	1276
Schulz, 1993	Api Life VAR	2 x 1	oben		Aug./Dez.	3	2	1	Zander	74.7	
	Api Life VAR	2 x 2	oben		Aug./Dez.	4	2	1	Zander	94.9	
	Api Life VAR	2 x 3	oben		Aug./Dez.	2	2	1	Zander	99.5	
	Thymix	2 x 1 od. 2	oben		Sept./Dez.	77	1 od. 2	7	Zander	94.8	3492
Imdorf et al., 1994	Api Life VAR	2 x 1	oben	56	Aug./Okt.	83	1	8	CH	97.7	602
Imdorf et al.,1995	Api Life VAR	2 x 1	oben	42-56	Aug./Okt.	19	1	1	Dadant	91.7	1078
Calderone & Spivak, 1995	N.K.	2 x 2	oben	19	Nov.	8	2	2	Langstroth	96.7	
Gregorc & Jelenc, 1996	Api Life VAR	2 x 1	oben	30	Aug./Sept.	14	2	1	Alberti.	66.4	
Loglio, 1997	Api Life VAR	3 x ½	oben	21	Juli/Aug.	32	1	1	Dadant	72.6	
Calderone, 1999	N.K.	2 x 1	oben	32	Okt./Nov.	6	2	1	Langstroth	67	