



ETAPPEN ZUR ENTWICKLUNG EINER ULTRASCHALL BEHAND- LUNG MIT OXALSÄURE GEGEN DIE VARROA-MILBE

Technisch-wissenschaftliche Informationen

Autoren

Vincent Dietemann, Anton Imdorf und Rolf Kuhn, Zentrum für Bienenforschung, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Bern
Bernhard Lötcher, Lötcher Elektronik, CH-8450 Andelfingen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

ALP gehört zur Einheit ALP-Haras

Impressum

ALP science

Titelbild	Eine Honigbiene, <i>Apis mellifera</i> , © V. Dietemann
Autor	Vincent Dietemann, Anton Imdorf und Rolf Kuhn
Herausgeber	Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP Schwarzenburgstrasse 161, CH-3003 Bern Telefon +41 (0)31 323 84 18, Fax +41 (0)31 323 82 27 http: www.alp.admin.ch , e-mail: science@alp.admin.ch
Kontakt	
Rückfragen	Vincent Dietemann e-mail vincent.dietemann@alp.admin.ch Telefon +41 (0)31 323 82 04, Fax +41 (0)31 323 82 27
Gestaltung	RMG Design (Layout)
ISSN	1660-7856 (online)
ISBN	978-3-905667-72-1

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	4
2.	Warum ein Ultraschall-Aerosolgerät?.....	4
3.	Wie funktioniert ein Ultraschall-Luftbefeuchter?	4
4.	Entwicklungsschritte.....	4
5.	Versuch 2005	5
5.1	Prototyp für die Oxalsäureanwendung im Bienenvolk.....	5
5.2	Technische Daten.....	5
5.3.	Testverfahren, Stände und Prüfungskriterien.....	5
5.4.	Ergebnisse 2005	6
	5.4.1. Anwendung des Gerätes	7
	5.4.2. Wirksamkeit	7
	5.4.3. Bienenverträglichkeit.....	8
5.5.	Schlussfolgerungen 2005	9
6.	Versuch 2006.....	9
6.1.	Beschreibung des neuen Ultraschall-Aerosolgerätes.....	10
6.2.	Das Gerät hatte folgende technische Daten.....	10
6.3.	Testverfahren, Stände und Prüfungskriterien	10
6.4.	Ergebnisse 2006	11
	6.4.1. Aerosolausstoss des Ultraschall-Gerätes	11
	6.4.2. Wirksamkeit	11
	6.4.3. Bienenverträglichkeit	12
6.5.	Schlussfolgerungen 2006	12
7.	Versuch 2008.....	13
7.1.	Testverfahren, Stände und Prüfungskriterien.....	13
7.2.	Ergebnisse 2008.....	13
	7.2.1. Aerosolausstoss des Ultraschall-Gerätes.....	13
	7.2.2. Wirksamkeit.....	14
7.3.	Schlussfolgerungen 2008.....	14
8.	Ausblick.....	15
9.	Dank.....	15
10.	Literatur.....	15

1. Einführung

Die Anwendung von der Oxalsäuredihydrat (OS) im Spätherbst, wenn die Völker brutfrei sind, ist im Konzept der alternativen Varroabekämpfung von zentraler Bedeutung ⁽¹⁾ (<http://www.agroscope.admin.ch/imkerei> unter Krankheiten und Varroa). Die bis heute entwickelten Anwendungen Träufeln, Sprühen und Verdampfen sind Verfahren, welche ausgiebig getestet wurden und bei richtiger Anwendung in brutfreien Völkern einen vergleichbaren Behandlungserfolg von ca. 95% aufweisen ⁽²⁾. Diese Verfahren haben aber auch Nachteile. Träufeln kann man aus Gründen der Bienenverträglichkeit im Winter nur einmal durchführen, das Sprühen ist relativ arbeitsaufwendig und das Verdampfen benötigt eine starke Energiequelle (entweder Stromanschluss im Bienenhaus oder eine schwere Autobatterie). Es birgt wegen der starken Erhitzung die Gefahr der Beschädigung von Kastenmaterial sowie das Abtöten von Bienen, wenn diese in der Traube durchhängen. Deshalb versuchten wir ein Anwendungsverfahren für die Oxalsäure zu entwickeln, das mit kleinem Arbeits- und Energieaufwand auskommt, für kleine Imkereibetriebe geeignet ist und gleichzeitig eine gute Bienenverträglichkeit aufweist. Ideal wäre auch, wenn das Verfahren nicht nur für Oxalsäure, sondern auch für andere flüssige Substanzen eingesetzt werden könnte. Wir beschreiben hier die verschiedenen Etappen der Entwicklung einer OS-Aerosolanwendung sowie der dazu benötigten Prototypen eines Ultraschallgerätes. Für die Anwendung in der Praxis müsste dieser Prototyp aber noch zu einem feldtauglichen Gerät weiter entwickelt werden

2. Warum ein Ultraschall-Aerosolgerät?

Am bekanntesten sind die Ultraschall-Aerosolgeräte, welche als Luftbefeuchter eingesetzt werden. Hier erzeugt man mit dem Ultraschallverfahren einen kalten Nebel aus ganz kleinen Wassertröpfchen (Aerosol), welche entweder passiv oder mit einem Ventilator an die Raumluft abgegeben werden. Ultraschall-Aerosolgeräte können mit kleinen, wiederaufladbaren und leicht transportablen Energiequellen wie Batterien betrieben werden. Es eignet sich aber nicht jede beliebige Flüssigkeit für eine Ultraschallanwendung, sondern nur diejenigen, welche eine Oberflächenspannung ähnlich wie Wasser haben. Dies ist bei der OS-Wasserlösung der Fall. Bei Lösungen mit einer geringeren Oberflächenspannung müssen Tenside beigefügt werden. Im Gegensatz zum Verdampfen, bei der die Oxalsäurekristalle durch das Erhitzen sublimiert werden, werden bei diesem Verfahren feinste, kalte Wassertröpfchen im Volk, resp. im ganzen Bienenkasten verteilt.

3. Wie funktioniert ein Ultraschall-Luftbefeuchter?

Um Ultraschallwellen (deren Frequenzen für das menschliche Ohr nicht hörbar sind) für die Luftbefeuchtung nutzen zu können, muss elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt werden. Das erfolgt in dem piezoelektrischen Wandler (auch Transducer oder Schwinger genannt). Eine Schwingungseinheit besteht aus dem Resonanzkreis, in dem die Hochfrequenz von ~1,6 MHz erzeugt wird und dem piezoelektrischen Wandler zu Umsetzung der elektrischen Frequenz in eine proportionale mechanische Schwingung. Die Wandler sind am Boden der Wasserrinne des Befeuchters angebracht. Bei Erregung des Wandlers leitet das Wasser die Ultraschall-Schwingungen zur Grenzschicht Wasser-Luft. Das ständige Komprimieren und Dekomprimieren der Wassersäule über dem Wandler verursacht Hohlräume in unmittelbarer Nähe der Wasseroberfläche. Dadurch bilden sich gekreuzte Kapillarwellen, aus denen sich im Wellenberg kleinste Nebeltröpfchen (Aerosole; 0.5 bis 5 µm Durchmesser) lösen. Sie werden durch die Luftströmung im Befeuchter ausgetragen und vermischen sich sehr schnell mit der Umgebungsluft.

4. Entwicklungsschritte

Auf dem Markt wurden bereits solche Geräte zur Behandlung der Varroa mit Oxalsäurelösungen angeboten ⁽³⁾ (<http://www.apistar.ch>). Es gab bis heute aber keine Untersuchungen, welche folgende wichtigen Fragen in diesem Zusammenhang geklärt hätten. Welches ist die optimale Konzentration und optimale Dosierung für eine durchschnittliche Wirksamkeit von ca. 95% vergleichbar mit den anderen OS-Anwendungen? Wie gut ist die Bienenverträglichkeit eines solchen Verfahrens auch bei Mehrfachanwendungen und können negative Folgen für die Qualität der Bienenprodukte ausgeschlossen werden? In der folgenden Untersuchung über mehrere Jahre wurde versucht Antworten auf diese Fragen zu geben und gleichzeitig auch ein handliches Kleingerät mit unabhängiger Energiequelle für eine Behandlung von bis zu 50 Völkern zu entwickeln.

5. Versuch 2005

5.1 Prototyp für die Oxalsäureanwendung im Bienenvolk

Die neue Entwicklung des Ultraschall-Aerosolgerät zur Behandlung von Bienenvölker besteht aus einem speziell zu diesem Zweck entwickelten Kunststoffgehäuse, einem Ultraschallteil, einem Ventilator und einem düsenartigen Verbindungsrohr (Foto 1), welches beim Bienenkasten ins Flugloch eingeführt wird (Foto 2). Das Gerät wird mit Strom von einem Akku mittlerer Grösse betrieben (Foto 1), der zur Behandlung von ca. 50 Völkern ausreicht.

Foto 1

Der erste Prototyp des Ultraschallgerätes, der im Versuch 2005 zur Anwendung kam, wird mit einer kleinen Batterie betrieben, die mit einem Adapter über das Netz geladen werden kann.

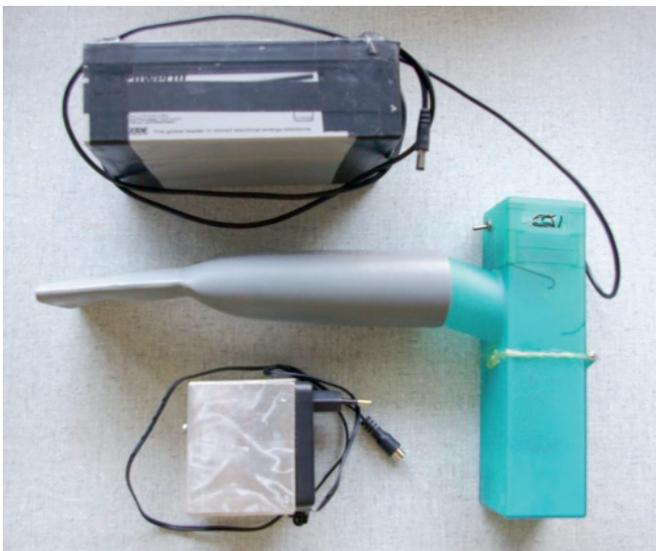


Foto 2

Oxalsäure-Ultraschallbehandlung mit dem ersten Prototyp für die Versuche 2005



5.2 Technische Daten:

Verneblungsleistung	3-4 ml / Minute bei 36V, 0,6A
Luftmenge	ca. 60 l / Minute
Tröpfchengrösse	0,5 bis 5 µm (Ultraschall 1.6 Mhz)
Akku	36V (2.3 Ah)
Betriebsdauer	4h (ca. 60 Behandlungen)
Spannungsüberwachung	rote LED neben Schalter erlischt allmählich gegen 32V
Ladedauer	ca. 8h

5.3. Testverfahren, Stände und Prüfungskriterien

In einem ersten Testversuch im Jahr 2004 mit wenigen Völkern zeigte sich, dass die Ultraschallanwendung von hochkonzentrierter OS-Wasserlösung eine ähnliche Wirksamkeit aufwies wie die OS-Varro-Anwendung. Im ersten Versuch 2005 wurden zwei unterschiedliche Behandlungszeiten (x) und zwei verschiedene OS-Konzentrationen (y) getestet (Ultra x/y Verfahren, Tab. 1). Zur Kontrolle wurde als Referenzbehandlung Oxalsäurekristalle mit dem Varrogerät verdampft (Varro-Verfahren, Tab. 1). Nach der Behandlung wurden die Fluglöcher jeweils für 10 Minuten verschlossen gehalten. Nicht alle Verfahren wurden auf allen Versuchständen getestet (Tab. 2).

Tabelle 1: Unterschiedliche Verfahren mit angewandter Oxalsäurekonzentration, Dosierung, Anwendung und Behandlungsdauer

Verfahren	Behandlungsdauer Min	Oxalsäuredihydrat pro Liter Wasser	Dosierung pro Volk		Geräte-Ausstoss
			Lösung ml	Oxalsäuredihydrat g	
Varrox	3	-	-	2	Dampf
Ultra 5/100	5	100g	12	1	Aerosol
Ultra 3/100	3	100g	7.5	0.6	Aerosol
Ultra 5/50	5	50g	12	0.5	Aerosol

Tabelle 2: Versuchsbienestände mit Kastensystem und Behandlungsverfahren

Ort	Anzahl Völker	Test Verfahren	Kasten Typ
Ried	14	Varrox, Ultra 5/100	CH
Schwand	22	Varrox, Ultra 5/100, 3/100	CH
Bellechasse	24	Varrox, Ultra 5/100, 5/50	Dadant
Witzwil	24	Ultra 5/100, 3/100, 5/50	Dadant

Die Völker wurden in der Periode August - September mit Ameisensäure oder Thymol behandelt. Das Erfassen der Wirksamkeit dieser Behandlungen erfolgte nicht im Rahmen dieser Untersuchung.

Der Milbenfall wurde einmal pro Woche ausgezählt. Die gittergeschützten Unterlagen deckten den ganzen Kastenboden ab. Mit dem Messen des natürlichen Milbenfalls wurde je nach Standort ca. am 20. Oktober 2005 begonnen. Von Beginn der Behandlung bis 3 Wochen nach der Kontrollbehandlung wurde der Behandlungsmilbenfall ebenfalls wöchentlich ausgezählt.

Zum Bestimmen des Behandlungserfolges wurde bei allen

Verfahren frühestens 3 Wochen nach Behandlung eine Kontrollbehandlung mit dem Varroxgerät (nach Varrox-Verfahren Tab. 1) durchgeführt. Der Milbenfall der Behandlung und derjenige der Kontrollbehandlung wurden als 100% angenommen.

Um die Bienenverträglichkeit zu prüfen wurde auf den Ständen Bellechasse und Witzwil die Volksstärke Ende Oktober 2005 vor der Einwinterung und Ende März 2006 nach der Auswinterung erfasst.

Als statistische Analyse wurden die Varianzanalyse und der Kolmogorov-Smirnov-Test verwendet.

5.4. Ergebnisse 2005

5.4.1. Anwendung des Gerätes

Der anvisierte Ausstoss von 15 - 20 ml OS-Wasserlösung in drei Minuten wurde nicht erreicht (Foto 3). Bei sechs Kontrollmessungen mit der 10% OS-Wasserlösung und fünf Minuten Behandlungzeit wurde ein durchschnittlicher Ausstoss pro Behandlung von 13.8 ml gemessen und bei drei Messungen mit drei Minuten von nur 7.6 ml. Ein kurzfristiger Umbau des Gerätes war nicht möglich, deshalb wurden die Versuche mit diesen Dosierungen durchgeführt. Eine längere Behandlungsdauer zur Steigerung der Dosierung hätte den Arbeitsaufwand zu stark erhöht und das Verfahren wäre dadurch unattraktiv geworden.

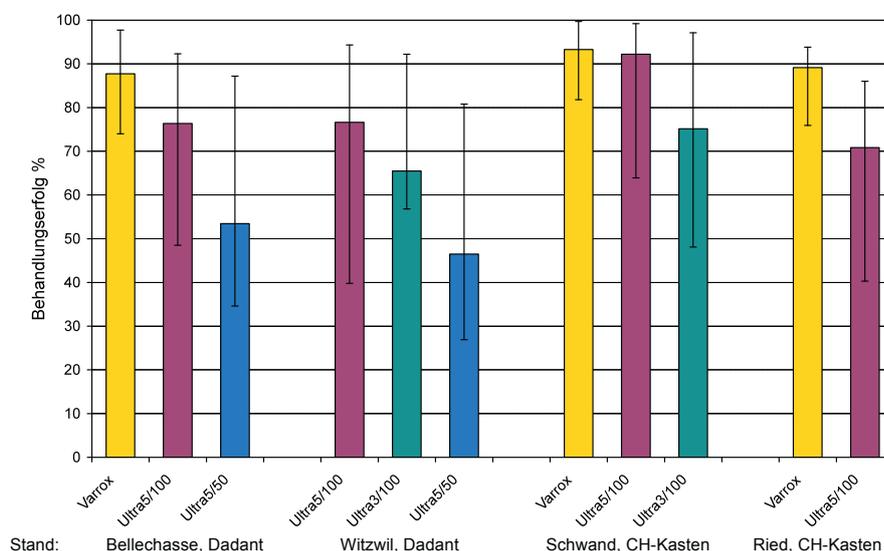
Foto 3

Aerosolausstoss des ersten Ultraschallgerät-Prototypen, welches in den Versuchen 2005 verwendet wurden.



Abb. 1

Durchschnittlicher Behandlungserfolg pro Verfahren auf den verschiedenen Ständen in 2005 (Mittelwert mit Minimal und Maximal)



5.4.2. Wirksamkeit

Der durchschnittliche Behandlungserfolg der Ultraschallbehandlung mit der 10% OS-Wasserlösung und 5 Minuten Behandlungsdauer lag bei 77%, derjenige mit drei Minuten Behandlungzeit bei 71.6 %. Bei 5% OS-Wasserlösung und 5 Minuten Behandlungzeit wurde nur 50.8% erreicht. Dies ist ein Hinweis, dass bei einer Anwendung von nur 5% OS-Wasserlösung mit einem ungenügenden Behandlungserfolg gerechnet werden muss. Die Vergleichsgruppe mit der Varroxbehandlung hatte einen signifikant höheren Behandlungserfolg von 89.4% ($p = 0.05$, 0.02 resp. 0.001 , Abb 1). Damit ein Behandlungserfolg der Winterbehandlung als genügend eingestuft werden kann, dürfen bei der zweiten OS-Behandlung (Kontrollbehandlung) mit Varroax nicht mehr als 50 Milben fallen (1). Dieses Ziel wurde nur mit dem Verfahren Varroax mit durchschnittlich 38 Milben pro Volk erreicht. Bei den Verfahren 2, 3 und 4 fielen noch 79, 70 resp. 65 Milben.

Der geringe Unterschied im Behandlungserfolg bei Reduktion der Behandlungszeit von fünf auf drei Minuten, bei gleicher Konzentration (100 g pro Liter Wasser) ist nicht signifikant ($p = 0.5$). Deshalb können wir davon ausgehen, dass bei einem höheren Ausstoss die Behandlungsdauer von drei Minuten genügen wird. Die Halbierung der Dosierung ergab einen signifikant geringeren Behandlungserfolg ($p = 0.001$). Die Konzentration von 100g pro Liter Wasser erwies sich für die Ultraschallanwendung als optimal. Auf dem Bienenstand „Schwand“ sind die Unterschiede zwischen den Behandlungsverfahren nicht signifikant (Abb. 1). Auf den anderen Ständen sind die Unterschiede zwischen den Verfahren hingegen signifikant mit der Ausnahme des erwähnten Behandlungserfolges zwischen der fünf und drei Minuten Behandlungszeit bei der 100g OS-Wasserlösung auf dem Stand Witzwil ($p < 0.05$). Durch den zu geringen Ausstoss des Ultraschallgerätes und der daraus resultierenden zu geringen Dosierung war die Streuung des Behandlungserfolges zwischen den Völkern bei den Ultraschallverfahren zu gross (Abb.1).

5.4.3. Bienenverträglichkeit

Die durchschnittlichen Bienenverluste pro Verfahren während des Winters weisen auf beiden Ständen (Abb. 2 und 3) zwischen den Verfahren keine signifikanten Unterschiede auf. Im Vergleich zu Varrox waren die Bienenverluste bei den Ultraschall-Anwendungen auf dem Stand Bellechasse etwas geringer (Abb. 2). Auf dem Stand Witz-

wil wies das Verfahren Ultra 5/50 mit der geringsten Dosierung die grössten Bienenverluste auf (Abb. 3). Dies ist ein Hinweis, dass die etwas höheren Verluste nicht durch die Behandlung, sondern eher durch andere Faktoren verursacht wurden.

Abb. 2

Durchschnittliche Volksstärke pro Verfahren bei der Ein- und Auswinterung auf dem Stand Bellechasse 2005/2006 (Mittelwert mit Minimal und Maximal)

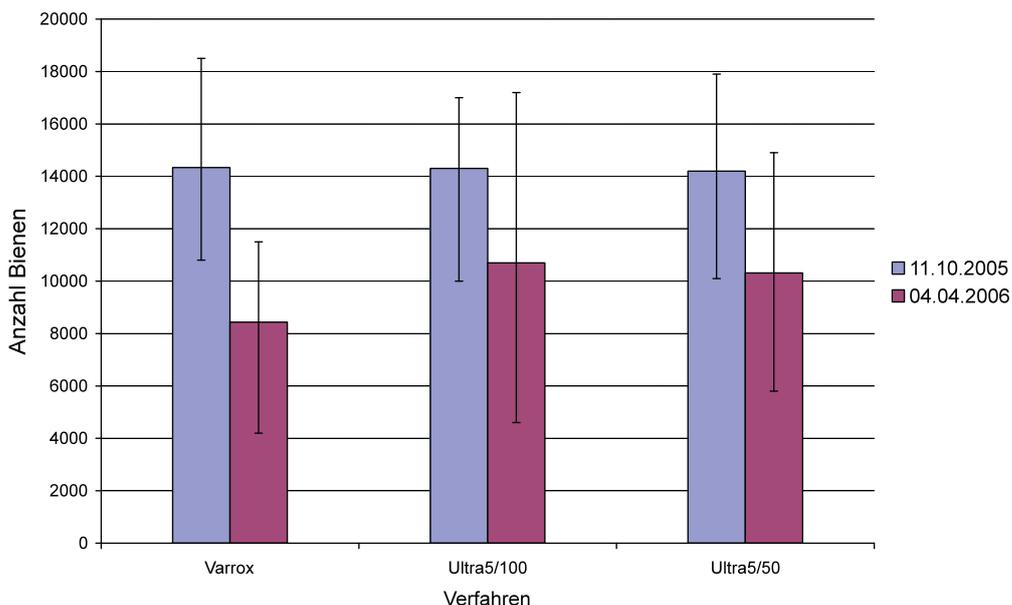
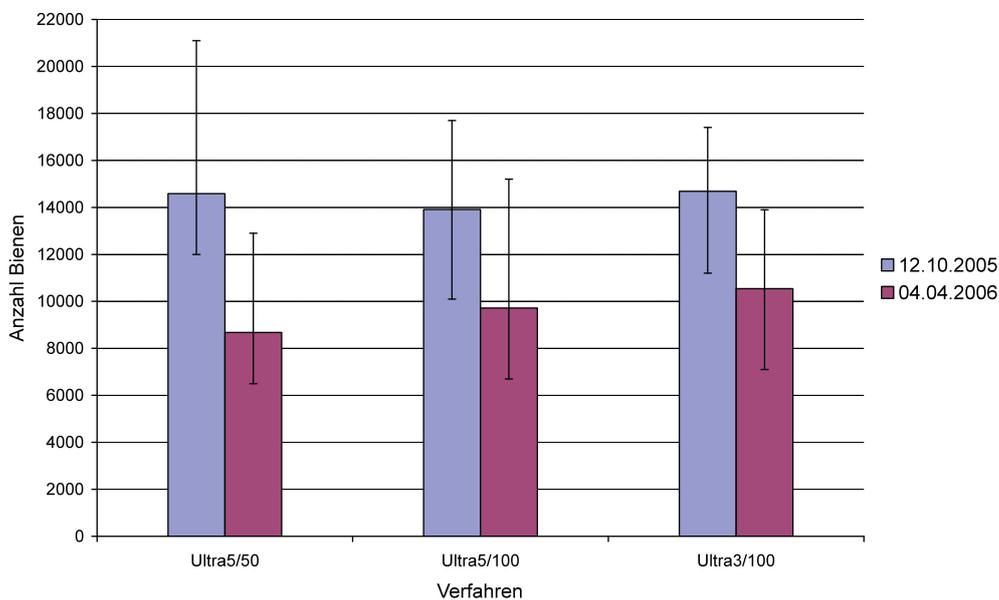


Abb. 3

Durchschnittliche Volksstärke bei der Ein- und Auswinterung auf dem Stand Witzwil 2005/2006 (Mittelwert mit Minimal und Maximal)



5.5. Schlussfolgerungen 2005

Die Leistung des hier eingesetzten neuen Prototyps, d.h. die Menge OS-Wasserlösung, welche durch das Ultraschallgerät in einer Behandlungsdauer von ca. drei Minuten ausgestossen wurde, war mit ca. 8 ml zu gering. Bei einer Weiterentwicklung des Gerätes müsste bei dieser Betriebsdauer ein Ausstoss von ca. 20 ml 10% OS-Wasserlösung (100 g pro Liter Wasser) realisiert werden. Erst unter diesen Bedingungen kann mit einem vergleichbaren Behandlungserfolg wie bei Varrox gerechnet werden. Die OS-Konzentration von 50 g OS pro Liter Wasser führte zu einem

signifikant geringeren Behandlungserfolg. Somit können wir davon ausgehen, dass die Konzentration von 100 g OS pro Liter Wasser für einen guten Behandlungserfolg optimal ist. Höhere Konzentration eigne sich nicht, da die Oxalsäuredihydrat nicht mehr vollständig im Wasser aufgelöst wird. Es wurde kein negativer Einfluss auf die Volkentwicklung während der Überwinterung festgestellt.

6. Versuch 2006

Die Wirksamkeit des im Vorjahr getesteten Ultraschall-Aerosolgerätes zur Bekämpfung der Varroa-Milbe war wegen des zu geringen Ausstosses in den meisten getesteten Verfahren ungenügend. Eine angestrebte Verdoppelung der Verneblungsleistung konnte mit dem 2005 getesteten Prototyp nicht erreicht werden. Deshalb wurde im

Herbst 2006 ein neues, leistungsfähigeres Gerät (Foto 4) auf seine Wirksamkeit getestet, bei dem der Ausstoss von 4 auf 8 ml OS-Wasserlösung pro Minute verdoppelt werden sollte (Foto 5).

Foto 4

Adaptiertes Ultraschallgerät mit Autobatterie und Transformator für die Oxalsäurebehandlung in den Versuchen 2006 und 2008



Foto 5

Aerosolausstoss des adaptierten Ultraschallgerätes, welches in den Versuchen 2006 und 2008 zur Anwendung kam.



6.1. Beschreibung des neuen Ultraschall-Aerosolgerätes

Das verwendete Ultraschall-Aerosolgerät wurde auf die unten erwähnten Leistungen modifiziert. Es besteht aus einem Kunststoffgehäuse, einem Ultraschallteil, einem Ventilator, einem 2 l Tank und einem Verbindungsrohr, welches beim Bienenkasten ins Flugloch eingeführt wird.

6.2. Technische Daten:

Verneblungsleistung	12 ml pro Minute bei 36V, 0,6A
Luftmenge	ca. 100l pro Minute
Tröpfchengrösse	0,5 bis 5 µm (Ultraschall 1.6 Mhz)
Akku	12V/10Ah
Wechselrichter	12V/220V
Betrieb	220 V
Halbwellengleichrichter	50V, 0.5A

6.3. Testverfahren, Stände und Prüfungskriterien

Im Versuch 2006 wurde nur eine Wasserlösung mit 100g OS-Konzentration bei drei unterschiedlichen Behandlungsdauern (x) getestet (Ultra x/100 Verfahren, Tab. 3). Zur Kontrolle wurde als Referenzbehandlung Oxalsäurekristalle mit dem Varroxgerät verdampft (Varrox-Verfahren, Tab. 3). Nicht alle Verfahren wurden auf allen Versuchständen getestet (Tab. 4). Die restlichen Versuchsbedingungen waren mit denjenigen des Versuches im Vorjahr identisch.

Tabelle 3: Unterschiedliche Verfahren mit angewandter Oxalsäurekonzentration, Dosierung, Anwendung und Behandlungsdauer

Verfahren	Behandlungsdauer Min.	Oxalsäuredihydrat pro Liter Wasser	Dosierung pro Volk		Geräte-Ausstoss
			Lösung ml	Oxalsäuredihydrat g	
Varrox	3	-	-	2	Dampf
Ultra 2/100	2	100g	19	1.9	Aerosol
Ultra 3/100	3	100g	28	2.8	Aerosol
Ultra 4/100	4	100g	37	3.7	Aerosol

Tabelle 4: Versuchsbienestände mit Kastensystem und Behandlungsverfahren

Ort	Anzahl Völker	Test Verfahren	Kasten Typ
Schwand	22	Varrox, Ultra 2/100, 4/100	CH
Witzwil	24	Varrox, Ultra 2/100, 3/100	Dadant
Bellechasse	16	Ultra 3/100, 4/100	Dadant

6.4. Ergebnisse 2006

6.4.1. Aerosolausstoss des Ultraschall-Gerätes

Der Ausstoss des Gerätes für die 10% OS-Wasserlösung lag bei ca. 9 ml pro Minute. Im Verbindungsschlauch kondensierten während der Behandlung ca. 3 ml pro Minute. Somit liegt der ins Volk gelangte Aerosolmenge nur bei ca. 6 ml pro Minute und nicht wie vorgesehen bei 8 ml. Dies entspricht einer Dosierung von 0.6 g Oxalsäuredihydrat pro Minute. Somit wurden bei den getesteten Behandlungszeiten von 2, 3 und 4 Minute 1.2 g, 1.8 g resp. 2.4 g OS in das Volk eingebracht. Im Vergleich dazu werden mit dem Verdampfungsgerät Varrox 2 g Oxalsäuredihydrat eingesetzt.

6.4.2. Wirksamkeit

Der Behandlungserfolg der Ultraschallbehandlung mit der 100 g OS-Wasserlösung und einer Behandlungsdauer von zwei, drei und vier Minuten lag im Durchschnitt aller Stände bei 89.5%, 84.1% resp. 92.2% und die Vergleichsbehandlung mit dem Verdampfungsgerät Varrox bei 96.8%. Im Schweizerkasten lag der durchschnittliche Behandlungserfolg des Aerosolgerätes bei allen getesteten Behandlungszeiten mit 96.9% signifikant höher

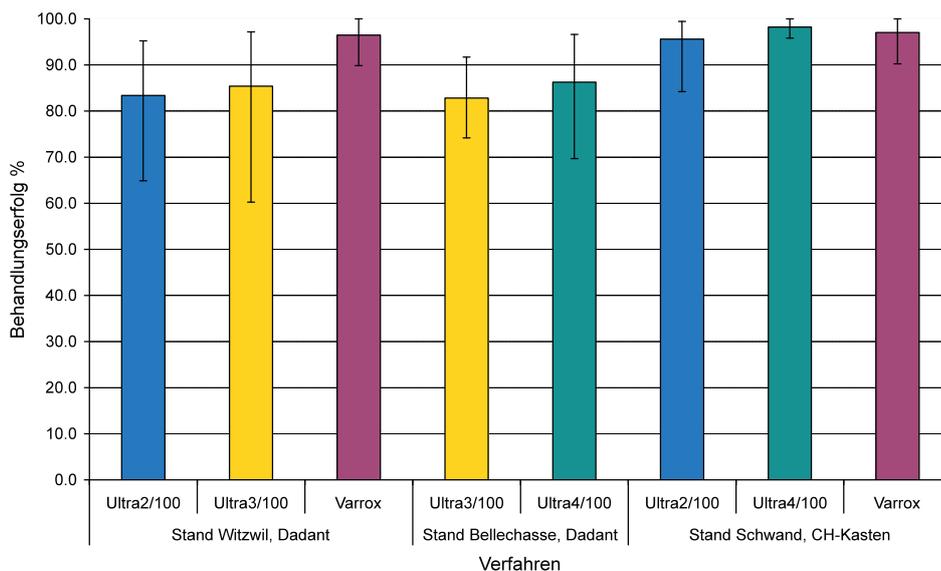
($p < 0.001$) als im Dadantkasten mit nur 84.5% (Abb. 4). Im Dadantkasten war die Streuung der Wirksamkeit zwischen den einzelnen Völkern bedeutend grösser als im Schweizerkasten (Minimalwerte 60.2% resp. 84.2%). In 6 von 32 Dadantvölkern sind bei der Kontrollbehandlung mehr als 50 Milben gefallen. Dies weist klar auf einen ungenügenden Behandlungserfolg hin.

Im Vergleich dazu wurde beim Varroxverfahren kein Unterschied im Behandlungserfolg zwischen den beiden Kastensystemen festgestellt (Schweizerkasten 96.5 %, Dadantkasten 97.1 %). Auch die Streuung zwischen den einzelnen Völkern war sehr gering. Es gab keine Werte unter 90% (Abb.4, rote Säule).

Zwischen der Behandlungsdauer von zwei, drei und vier Minuten konnte keine signifikanten Unterschiede im Behandlungserfolg innerhalb des Kastensystems festgestellt werden. Beim Schweizerkasten zeigte sich bei der Behandlungsdauer von zwei Minuten eine höhere Streuung der Einzelwerte im Vergleich zu vier Minuten. Dies ist ein Hinweis, dass im Schweizerkasten eine Behandlungsdauer von drei Minuten anzustreben ist.

Abb. 4

Behandlungserfolg der verschiedenen Oxalsäureanwendungen auf den unterschiedlichen Ständen (Mittelwert mit Minimal und Maximal) in 2006



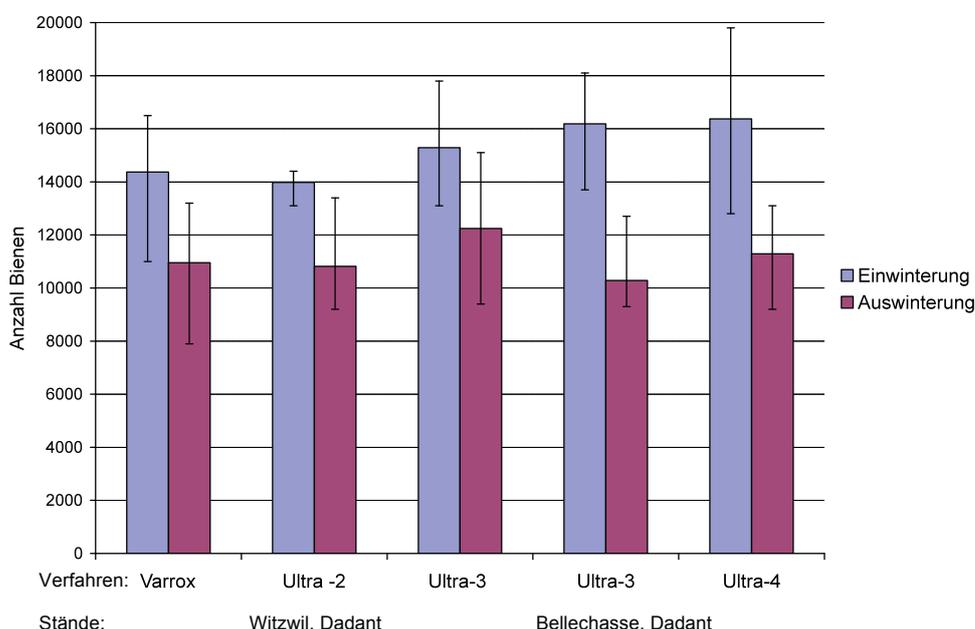
6.4.3. Bienenverträglichkeit

Die Abnahme der Bienenpopulation während des Winters weist auf beiden Ständen (Abb. 5) zwischen den Verfahren keine signifikanten Unterschiede auf. Der etwas grössere Rückgang auf dem Stand Bellechasse ist auf die hohe Einwinterungspopulation mit einer zu diesem Zeitpunkt erhöhter Anzahl Sommerbienen zurückzuführen. Zwischen der Ultraschall- und der Varro-Oxalsäure-Anwen-

dung gibt es somit keinen Unterschied in der Bienenverträglichkeit. Dies gilt auch für die unterschiedliche Behandlungsdauer mit dem Ultraschallgerät. Man kann auf Grund der Beobachtungen von beiden Versuchsjahren von einer guten Bienenverträglichkeit des Ultraschall-Aerosol-Verfahrens ausgehen.

Abb. 5

Volksstärke pro Versuchsgruppe mit unterschiedlichen Oxalsäureanwendungen bei der Ein- und Auswinterung auf dem Ständen Witzwil und Bellechasse 2006/2007 (Mittelwert mit Minimum und Maximum)



6.5. Schlussfolgerungen 2006

Die Oxalsäureanwendung zur Bekämpfung von *Varroa destructor* in brutfreien Bienenvölkern mit dem abgeänderten Aerosolgerät ist im Schweizerkasten im Bezug auf Wirksamkeit und Bienenverträglichkeit eine vergleichbare Alternative zum Verdampfungsgerät Varro.

Im Dadantkasten (Kaltbau) war der Behandlungserfolg nach drei Minuten Behandlungsdauer mehr als 10% geringer als mit dem Varrogerät. In diesem Kastentyp gab es keinen Unterschied in der Wirksamkeit zwischen zwei, drei oder vier Minuten Behandlungsdauer. Deshalb muss der Behandlungserfolg unabhängig von der Behandlungsdauer als ungenügend eingestuft werden. Zum Behandlungszeitpunkt ist das Kastenvolumen des Dadant nahezu doppelt so gross wie im Schweizerkasten (Warmbau). Es besteht daher die Möglichkeit, dass im unteren Teil des Dadantkastens ein Aerosolstau entsteht und daher der Behandlungserfolg sinkt. Es stellt sich hier die Frage, ob die Wirksamkeit durch den Einlass des Aerosols von oben anstatt über das Flugloch, verbessert werden könnte. Dies würde eine zusätzliche Öffnung im Deckbrett notwendig machen. Es besteht vielleicht aber auch die Möglichkeit

mit einem stärkeren Ventilator das Problem gleichwohl über das Flugloch zu lösen. Bei der Behandlung von oben, wäre eventuell auch im Dadantkasten eine Behandlungsdauer von drei Minuten genügend. Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung des Behandlungserfolges wäre eventuell die Aerosoltröpfchengrösse zu optimieren.

Das getestete Gerät ist wegen seiner Form und Konstruktion für die Benutzung im Feld nicht sehr anwenderfreundlich. Bei einer allfälligen Markteinführung des Verfahrens müsste über eine Neukonstruktion nachgedacht werden. Auch die Energiespeisung müsste in verschiedenen Versionen angeboten werden: Netzanschluss, Autobatterie (Anzünder) oder unabhängige Batterie (kleiner als Autobatterie). Die Schwinger müssten so beschichtet sein, dass sie in der sauren Lösung nicht korrodieren.

Die Untersuchungen beider Jahre haben gezeigt, dass eine 10% OS-Wasserlösung in Form einer Aerosolanwendung gut bienenverträglich ist und eine optimale Wirksamkeit aufweist, wenn das Aerosol im Kasten optimal verteilt ist. Mit einer dreiminütigen Behandlungsdauer pro Volk muss mit einem Gerät dieser Leistung gerechnet werden.

7. Versuch 2008

In den Versuchen 2006 wurde die gute Wirksamkeit der OS-Ultraschallmethode im Schweizerkasten aufgezeigt. In diesem anschliessenden Versuch sollte mit dem gleichen Gerät die Behandlung von oben im Dadantkasten geprüft werden. Da in den früheren Versuchen eine gute Bienenverträglichkeit dieser Methode bestätigt werden konnte, wurde in diesem Versuch auf eine weitere diesbezügliche Prüfung verzichtet.

Um eine gute Verteilung des durch den Ultraschall erzeugten Aerosols zu überprüfen, haben wir ein transparentes Deckbrett angefertigt (Foto 6). Dabei stellt sich heraus, dass wie bei anderen verdampfenden Produkten ein Abstand von ca. 2.5 cm zwischen den oberen Brutwaben und dem Deckbrett notwendig ist, damit sich das Aerosol zuerst im oberen Freiraum gut verteilen kann, um anschliessend zwischen den einzelnen Waben nach unten zu zirkulieren. Dadurch wird eine gute Verteilung des Produktes im Dadantkasten erreicht.

Foto 6

Dank einer Plexiglasabdeckung kann die Verteilung des Aerosols im Bienenkasten gut überwacht werden (Anwendung im Versuch 2008).



7.1. Testverfahren, Stände und Prüfungskriterien

Im Versuch 2008 wurde wieder eine Wasserlösung mit 100g OS pro Liter bei zwei unterschiedlichen Behandlungsdauern (x) getestet (Ultra x/100 Verfahren, Tab. 5). Zur Kontrolle wurde als Referenzbehandlung Oxalsäurekristalle mit dem Varrogerät verdampft (Varrox-Verfahren, Tab. 5). Alle Verfahren wurden auf zwei Versuchständen Liebefeld und Bellechasse getestet. Die restlichen Versuchsbedingungen waren mit denjenigen des Versuches im Vorjahr identisch.

7.2. Ergebnisse 2008

7.2.1. Aerosolausstoss des Ultraschall-Gerätes

Der Verbindungsschlauch wurde verkürzt und aus dickerem Material hergestellt um die Kondensierung vom Aerosol zu vermindern. Der Ausstoss des Gerätes für die 10% OS-Wasserlösung lag bei ca. 14.3 und 15.4 ml pro 3, resp. 4 Minuten. Somit wurden bei den getesteten Behandlungszeiten von 3 und 4 Minute 1.4 g resp. 1.5 g OS in das Volk eingebracht (Tab. 5).

Tabelle 5: Unterschiedliche Verfahren mit angewandter Oxalsäurekonzentration, Dosierung, Anwendung und Behandlungsdauer

Verfahren	Behandlungsdauer Min.	Oxalsäuredihydrat pro Liter Wasser	Dosierung pro Volk		Geräte-Ausstoss
			Lösung ml	Oxalsäuredihydrat g	
Varrox	3	-	-	2	Dampf
Ultra 3/100	3	100g	14.3	1.4	Aerosol
Ultra 4/100	4	100g	15.4	1.5	Aerosol

7.2.2. Wirksamkeit

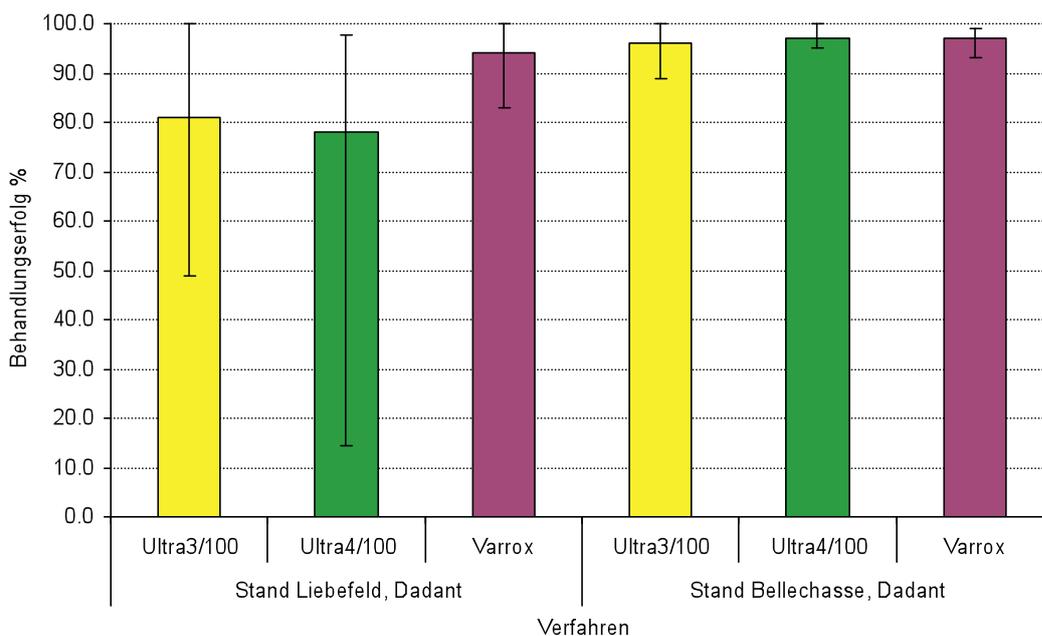
In Liebefeld lag die durchschnittliche Wirksamkeit bei einer Behandlungsdauer von drei resp. vier Minuten bei 81% resp. 78%. Diese Resultate liegen wegen einer relativ schlechten Wirksamkeit in drei Völkern unter dem Behandlungserfolg der Kontrollbehandlung mit Varrox von 94%. Die Gründe für die schlechte Wirkung bei diesen drei Völkern (Tiefstwert nur 15%), trotz guten meteorologischen Bedingungen während der Behandlung, sind unbekannt. In Bellechasse lagen die vergleichbaren Durchschnittswerte mit 96% resp. 97% bedeuten höher. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Dosierung und dem Wirkungsgrad festgestellt werden. Dies bedeutet, dass in dieser Untersuchung andere Faktoren für die Streuung der Wirksamkeit verantwortlich waren (Abb. 6).

7.3. Schlussfolgerungen 2008

Die Resultate des Versuches 2008 zeigen, dass durch die Behandlung von oben im Dadantkasten mit genügend Abstand zwischen Deckbrett und Brutwaben eine hohe Wirksamkeit mit dem Ultraschallverfahren, dank der guten Verteilung, erreicht werden kann und dies sogar bei einer geringeren Dosierung als bei dem Varrox Verfahren (1.5 an Stelle von 2 g OS).

Abb. 6

Behandlungserfolg der verschiedenen Oxalsäureanwendungen auf den unterschiedlichen Ständen in 2008 (Mittelwert mit Minimal und Maximal)



8. Ausblick

Gegenwärtig gibt es kein Gerät auf dem Markt das zur Anwendung für den Imker empfohlen werden kann. Es sind weitere Investitionen und Entwicklungsarbeiten notwendig. Da aber ein solches Gerät gegenwärtig nur zur Anwendung der Oxalsäure eingesetzt werden kann und nicht wesentliche Vorteile gegenüber den Verdampfungsverfahren aufweist, sind neue Investitionen zur Weiterentwicklung schwierig zu rechtfertigen. Dies würde sich aber ändern, wenn weitere Substanzen wie z.B. ätherische Öle oder Komponenten von ätherischen Ölen zusammen mit einem bienenverträglichen Tensid für eine solche Anwendung in Frage kämen. Dazu sind aber weitere Forschungsanstrengungen notwendig.

Die Bienenträgbarkeit von Mehrfachbehandlungen wurde nicht explizit geprüft. Da aber bei der Kontrollbehandlung mit Varroox ebenfalls OS eingesetzt wurde und dies keine nachteiligen Auswirkungen auf die Volkentwicklung hatte, können wir davon ausgehen, dass auch eine zweimalige Anwendung des Aerosolverfahrens im gleichen Winter eine gute Bienenträgbarkeit aufweist. Auch die Frage nach möglichen Rückständen in den Honigerten im darauffolgenden Frühjahr wurde nicht getestet. Aus den Erfahrungen bei der Anwendung der anderen OS-Verfahren mit einer ähnlichen OS-Dosierung ist aber bekannt, dass der natürliche Gehalt an OS dadurch nicht wesentlich erhöht wird (4).

9. Dank

Wir möchten Hanspeter Egger, Alfred Feuz und Felix Lehmann für die Durchführung der Versuche auf ihren Bienenständen herzlich danken. Ein spezieller Dank geht an Manuel Roth aus Mainhausen in Deutschland für die großzügige Finanzierung der Geräteentwicklung, ohne diesen Einsatz wären diese Versuche nicht möglich gewesen.

10. Literatur

1. Imdorf A., Charrière J.D., Kilchenmann V., Bogdanov S., Fluri P. (2003) Alternative strategy in central Europe for the control of Varroa destructor in honey bee colonies. *Apiacta* 38 258-278.
2. Charrière J.D., Imdorf A., Kuhn R. (2004) Bienenträgbarkeit von Varroabehandlungen im Winter. *Schweiz. Bienenztg.* 127 (4) 19-23.
3. Berger M. (2003) Oxalsäure-Verneblung mit meinem „apiSTAR“. *Schweiz. Bienenztg.* 126 (7) 16-17.
4. Bogdanov S., Charrière 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.