

# Entwicklung einer Varroabehandlung mit Ultraschall-Oxalsäure-Aerosol

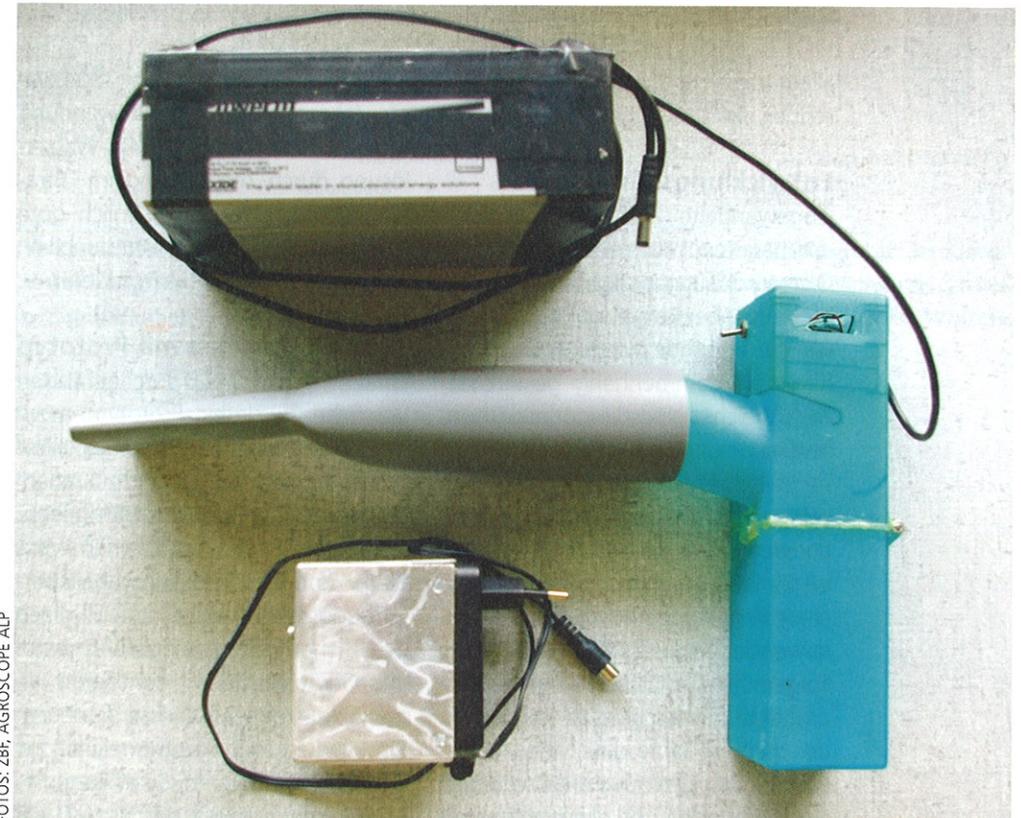
*Die Varroabehandlung mit Oxalsäure-Aerosol könnte sich als gleichermassen wirksame, Bienen schonende und leicht anzuwendende Alternative erweisen. Bis zur Praxisreife sind aber noch zusätzliche Anstrengungen notwendig.*

ANTON IMDORF, VINCENT DIETEMANN UND ROLF KUHN, ZENTRUM FÜR BIENENFORSCHUNG, AGROSCOPE LIEBEFELD-POSIEUX ALP  
BERNHARD LÖTSCHER, LÖTSCHER ELEKTRONIK, ANDELFINGEN

Die Behandlung mit Oxalsäuredihydrat (OS) im Spätherbst, wenn die Völker brutfrei sind, ist im Konzept der alternativen Varroabekämpfung von zentraler Bedeutung<sup>1</sup>. Die bis heute entwickelten Anwendungen Trüpfeln, Sprühen und Verdampfen sind Verfahren, welche ausgiebig getestet wurden und bei richtiger Anwendung in brutfreien Völkern einen Behandlungserfolg von rund 95 % erreichen<sup>2</sup>. Diese Verfahren haben aber auch Nachteile: Trüpfeln kann man aus Gründen der Bienenverträglichkeit im Winter nur einmal, das Sprühen ist relativ arbeitsaufwendig und das Verdampfen benötigt eine starke Energiequelle (entweder einen Stromanschluss im Bienenhaus oder eine schwere Autobatterie). Das Verdampfen birgt zudem aufgrund der starken Erhitzung die Gefahr der Beschädigung von Kastenmaterial sowie des Abtötens von Bienen, wenn diese in der Traube durchhängen. Deshalb versuchten wir ein Anwendungsverfahren für die Oxalsäure zu entwickeln, das mit einem kleinen Arbeits- und Energieaufwand auskommt, für kleinere Imkereibetriebe geeignet ist und gleichzeitig eine gute Bienenverträglichkeit aufweist. Wir beschreiben hier die verschiedenen Etappen der Entwicklung einer OS-Aerosolanwendung und der dazu verwendeten Ultraschallgeräte.

## Was ist ein Ultraschall-Aerosolgerät?

Allgemein bekannt sind Geräte, welche als Luftbefeuchter eingesetzt werden. Hier wird mit dem Ultraschallverfahren ein kalter Nebel aus sehr kleinen Wassertröpfchen (Aerosol) erzeugt, welche entweder passiv oder mit einem Ventilator an die Raumluft



FOTOS: ZBF, AGROSCOPE ALP

abgegeben werden. Ultraschall-Aerosolgeräte können mit kleinen, wieder aufladbaren und leicht transportablen Energiequellen wie Batterien betrieben werden. Allerdings eignet sich nicht jede Flüssigkeit für das Ultraschallverfahren. Die Oberflächenspannung muss ähnlich wie bei Wasser sein. Eine OS-Wasserlösung (bis 10 %) erfüllt diese Kriterien. Beim Ultraschallverfahren werden im Gegensatz zum Verdampfen feinste, kalte Wassertröpfchen im Volk respektive im ganzen Bienenkasten verteilt.

## Wie funktioniert ein Ultraschall-Aerosolgerät?

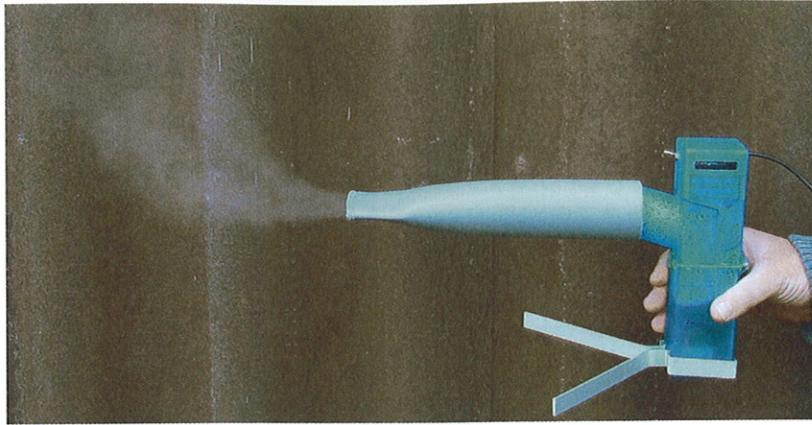
Um Ultraschallwellen – deren Frequenzen sind für das menschliche Ohr nicht hörbar – für die Luftbefeuchtung

nutzen zu können, muss elektrische in mechanische Energie umgewandelt werden. Das erfolgt in einem piezoelektrischen Wandler, auch Transducer oder Schwinger genannt. Die Wandler sind am Boden der Wasserwanne angebracht. Bei Anregung 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 mit 0,5 bis 5 µm Durchmesser) lösen. Im klassischen Luftbefeuchter werden diese durch die Luftströmung

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



Aerosol-  
ausstoss des  
ersten Ultra-  
schallgerät-  
Prototyps,  
welcher in den  
Versuchen  
2005 verwen-  
det wurde.



ausgetragen und vermischen sich sehr schnell mit der Umgebungsluft.

### Entwicklungsschritte

Abgewandelte Luftbefeuchter wurden bereits zur Varroabehandlung mit Oxalsäurelösungen angeboten.<sup>3</sup> Es gab bis heute aber keine Untersuchungen, welche folgende wichtige Fragen in diesem Zusammenhang geklärt haben: Welches sind die optimale Konzentration und die optimale Dosierung für eine durchschnittliche Wirksamkeit von rund 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 mehrere Jahre dauernden Untersuchung wurde versucht, diese Fragen zu beantworten und gleichzeitig auch ein handliches Kleingerät mit unabhängiger Energiequelle für die Behandlung von bis zu 50 Völkern zu entwickeln.

Erste Vorversuche im Jahr 2004 waren vielversprechend. Die Anwendung von hochkonzentrierter OS-Wasserlösung durch Zerstäubung im Ultraschallgerät zeigte eine ähnlich gute Wirksamkeit wie die Verdampfung von Oxalsäuredihydrat im Varrox-Gerät.

### 2005 – Erster Test mit Prototyp

Für die im Jahre 2005 durchgeführten Versuche wurde ein Prototyp entwickelt (Abbildung Seite 17). Das Ultraschall-Aerosolgerät bestand aus einem speziell entwickelten Kunststoffgehäuse, einem Ultraschallteil, einem Ventilator und einem düsenartigen Verbindungsrohr, welches ins Flugloch des Bienenkastens eingeführt wird. Das Gerät wurde mit dem Strom eines Akkus mittlerer Grösse betrieben. Eine Ladung der Batterie reichte zur Behandlung von etwa 50 Völkern.

Die Wirksamkeit der Ultraschall-Verfahren wurde durch eine Oxalsäure-Kontrollbehandlung mit dem Varrox-Gerät ermittelt. Dabei wurde

die Summe der gefallenen Milben beider Behandlungen als die gesamte Varroapopulation pro Volk (100 %) angenommen. Der Behandlungserfolg der Behandlungen mit dem Ultraschallgerät berechnet sich also folgendermassen:

*Behandlungsmilbenfall mit Ultraschallgerät x 100) / (Behandlungsmilbenfall mit Ultraschallgerät + Milbenfall der Kontrollbehandlung mit «Varrox»).*

Die Leistung des Prototyps (Abbildung links) ist zu gering. Die Menge OS-Wasserlösung, welche durch dieses Ultraschallgerät während einer Behandlungsdauer von ungefähr 3 min ausgestossen wurde, betrug nur 8 ml. Der durchschnittliche Behandlungserfolg mit einer OS-Wasserlösung von 100 g Oxalsäuredihydrat pro Liter Wasser (10 %) und 5 min Behandlungsdauer lag im Dadantmagazin und im Schweizerkasten bei 78 % respektive 81 %, derjenige mit 3 min Behandlungszeit bei 72 % respektive 81 % (Tabelle unten). Die Vergleichsgruppe mit Varroxbehandlung zeigte einen signifikant höheren Behandlungserfolg von 89,4 %. Der geringe Unterschied im Behandlungserfolg zur kürzeren Behandlungszeit bei gleicher Konzentration (10 %) ist nicht signifikant. Deshalb konnten wir davon ausgehen, dass bei einem höheren Ausstoss die Behandlungsdauer von 3 min genügen sollte. Bei einer Weiterentwicklung des Gerätes müsste bei dieser Behandlungsdauer ein Ausstoss von etwa 20 ml 10 % OS-Wasserlösung angestrebt werden. Bei tieferen OS-Konzentrationen (5 %) und 5 min Behandlungszeit wurde nur ein Behandlungserfolg von 57 % erreicht. Es zeigte sich, dass für einen guten Behandlungserfolg eine möglichst hohe Konzentration anzustreben ist. Eine 10-%-Konzentration ist wegen der begrenzten Löslichkeit der Oxalsäure das erreichbare Maximum, bei dem sich das Oxalsäuredihydrat im Wasser noch vollständig auflöst.

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

Prüfung von  
verschiedenen  
OS-Ultraschall-  
verdampfern  
in den Ver-  
suchsperioden  
2005–2008.  
Unter «n» wird  
die Anzahl der  
Versuchsvölker  
aufgeführt.

Verfahren			Wirkungsgrad in %					
Dauer	% OS	Kastentyp	2005		2006		2008*	
			n		n		n	
5 min	5	Dadant	16	57,3±17,2	–	–	–	–
		Dadant	–	–	8	83,4±10,9	–	–
			CH	–	–	8	93,2± 5,2	–
3 min	10	Dadant	8	71,7±14,2	16	84,1±10,1	8	90,0±15,6
		CH	7	80,6±18,1	–	–	–	–
4 min	10	Dadant	–	–	8	86,3± 8,9	12	89,0±23,7
		CH	–	–	8	98,2± 5,2	–	–
5 min	10	Dadant	16	78,0±15,8	–	–	–	–
		CH	14	81,2±18,3	–	–	–	–
«Varrox»			14	89,3± 7,4	15	96,8±3,2	11	95,0±4,6

\* 2008 wurde die Behandlung in den Dadant Kasten von oben durchgeführt.

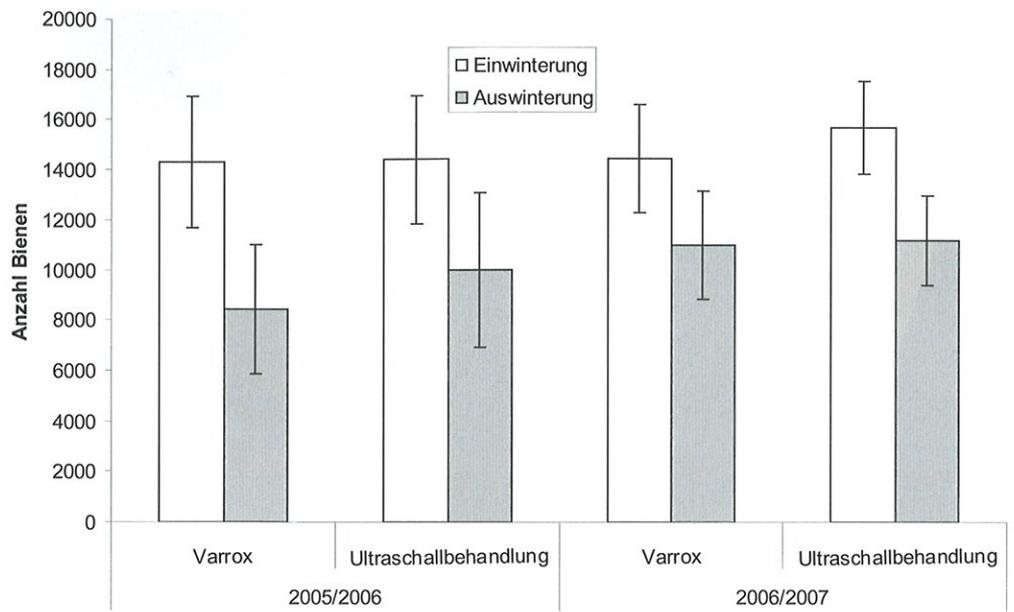
kein negativer Einfluss auf die Volksentwicklung während der Überwinterung festgestellt (Grafik rechts).

**2006 – Test mit einem leistungsfähigeren Gerät**

Im Herbst 2006 wurde ein neues, leistungsfähigeres Gerät gebaut und auf seine Wirksamkeit geprüft. Der Ausstoss des Gerätes (Abbildungen unten) für die 10% OS-Wasserlösung lag bei rund 9 ml pro Minute. Im Verbindungsschlauch kondensierten während der Behandlung etwa 3 ml pro Minute. Somit lag die ins Volk gelangende Aerosolmenge nur bei etwa 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 min 1,2 g, 1,8 g respektive 2,4 g OS in das Volk eingebracht. Im Vergleich dazu werden mit dem Verdampfungsgerät «Varrox» 2 g Oxalsäuredihydrat eingebracht.

Die Oxalsäureanwendung zur Bekämpfung der Varroamilbe in brutfreien Bienenvölkern mit dem abgeänderten Aerosolgerät war im Schweizerkasten im Bezug auf Wirksamkeit und Bienenverträglichkeit eine vergleichbare Alternative zum Verdampfungsgerät «Varrox» (Tabelle, Behandlung 2006).

Im Dadantkasten (Kaltbau) war der Behandlungserfolg nach 3 min Behandlungsdauer mehr als 10% geringer als mit dem Varrox-Gerät (Tabelle). Bei diesem Kastentyp gab es keinen Unterschied in der Wirksamkeit



**Volksstärke bei der Ein- und Auswinterung 2005/2006 und 2006/2007 (Mittelwert mit Standardabweichung) nach Behandlung mit «Varrox» oder Ultraschallgerät. Die beiden Verfahren zeigen keine signifikanten Unterschiede in den durchschnittlichen Bienenverlusten während des Winters.**

zwischen 2, 3 oder 4 min Behandlungsdauer. Deshalb muss der Behandlungserfolg unabhängig von der Behandlungsdauer als ungenügend eingestuft werden. Zum Behandlungszeitpunkt ist das Kastenvolumen des Dadantmagazins nahezu doppelt so gross wie dasjenige des Schweizerkastens (Warmbau). Es besteht daher die Möglichkeit, dass im unteren Teil des Dadantmagazins ein Aerosolstau entsteht und daher der Behandlungserfolg im Vergleich zum Schweizerkasten (Tabelle) kleiner wird. Eine Untersuchung hat später diese Vermutung bestätigt. Es stellte sich die Frage, ob die Wirksamkeit im Dadantmagazin

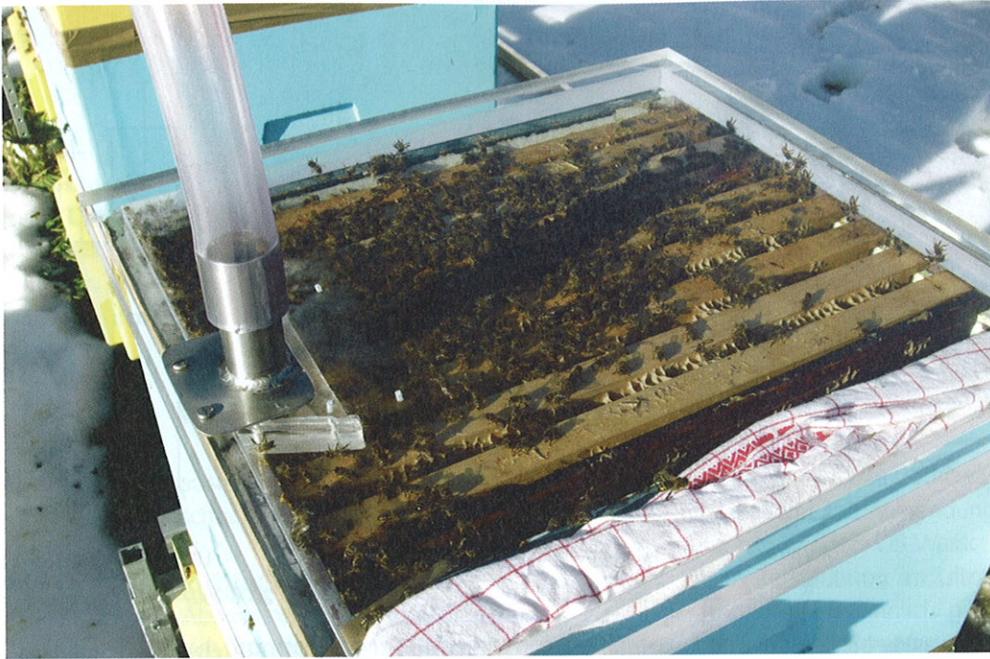
durch das Einblasen des Aerosols von oben, statt über das Flugloch, verbessert werden könnte. Dies würde eine zusätzliche Öffnung im Deckbrett bedingen. Vielleicht ist aber auch möglich, das Problem über das Flugloch mit einem stärkeren Ventilator zu lösen. Auch im Jahr 2006 hat sich die gute Bienenverträglichkeit bei der Anwendung der 10% OS-Wasserlösung als Aerosol bestätigt (Grafik oben).

**2008 – Optimierung der Anwendung**

In diesem Versuch wurde mit dem gleichen Gerät wie 2006 die Behandlung von oben im Dadantmagazin geprüft.



**Adaptiertes Ultraschallgerät mit Autobatterie und Transformator (links) für die Oxalsäurebehandlung in den Versuchen 2006 und 2008 mit einem deutlich höheren Aerosolausstoss (rechts).**



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

Um eine gute Verteilung des durch den Ultraschall erzeugten Aerosols zu überprüfen, haben wir ein transparentes Deckbrett angefertigt (Abbildung oben). Dabei stellte sich heraus, dass wie bei anderen verdampfenden Produkten ein Abstand von etwa 2,5 cm zwischen den oberen Brutwabenschenkeln und dem Deckbrett notwendig ist. Dann kann sich das Aerosol zuerst im oberen Freiraum gut verteilen und anschließend zwischen den einzelnen Waben nach unten zirkulieren. Dadurch wird auch im Dadantmagazin eine gute Verteilung der Säure erreicht. Der Aerosol-Ausstoss des Gerätes für 10 % OS-Wasserlösung brachte 1,43 mg und 1,54 mg Oxalsäure pro Behandlung ins Volk (3 respektive 4 min Dauer). Auf dem Liebefelder Stand lag die durchschnittliche Wirksamkeit der Behandlungsdauer von 3 respektive 4 min bei 81 % respektive 78 %. Diese Resultate lagen aber wegen der relativ schlechten Wirksamkeit in drei Völkern unter derjenigen der Kontrollbehandlung mit «Varrox» von 94 %. Die Gründe für die schlechte Wirkung bei diesen drei Völkern sind unbekannt. Der Tiefstwert lag trotz guten meteorologischen Bedingungen während der Behandlung bei nur 15 %. Auf dem Stand Bellechasse lagen die vergleichbaren Durchschnittswerte mit 96 % respektive 97 % für die Behandlung mit dem Ultraschallgerät bedeutend höher. Diese Resultate zeigen, dass durch die von oben geführte

Behandlung bei Einhaltung eines genügenden Abstandes zwischen dem Deckbrett und den Brutwaben auch im Dadantmagazin eine hohe Wirksamkeit mit dem Ultraschallverfahren erreicht werden kann. Dies gilt sogar für eine geringere Dosierung von 1,5 g Oxalsäure anstatt von 2 g beim Varrox-Verfahren.

### Ausblick

Das 2006 und 2008 getestete Gerät war aufgrund 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 für die Energieversorgung müssten verschiedene Optionen angeboten werden: Netzanschluss, Autobatterie (Anzünder) oder unabhängiger Batterie- oder Akkubetrieb. Die Schwinger müssten gegen Korrosion in der sauren Lösung beschichtet sein.

Gegenwärtig gibt es kein Gerät auf dem Markt, das zur Anwendung für den Imker empfohlen werden kann. Inzwischen wurde ein neues Gerät mit einem stärkeren Schwinger und Ventilator entwickelt, das erst im kommenden Herbst und Winter getestet werden kann.

Die Bienenverträglichkeit von Mehrfachbehandlungen wurde nicht explizit geprüft. Da aber bei der Kontrollbehandlung mit «Varrox» ebenfalls Oxalsäuredihydrat ohne nachteilige

Auswirkungen auf die Volksentwicklung eingesetzt wurde, können wir von einer guten Bienenverträglichkeit auch bei einer zweimaligen Anwendung des Aerosolverfahrens im gleichen Winter ausgehen.

Die Frage nach möglichen Rückständen in den Honigernten des darauf folgenden Frühjahrs wurde noch nicht getestet. Aus den Erfahrungen mit der Anwendung der anderen Oxalsäuredihydrat-Verfahren bei einer ähnlichen Oxalsäuredihydrat-Dosierung ist aber davon auszugehen, dass der natürliche Gehalt des Honigs an Oxalsäuredihydrat dadurch nicht wesentlich erhöht wird.

Ein ausführlicher Bericht zu diesen Untersuchungen des ZBF ist vor Kurzem bei Agroscope ALP in der Reihe «ALP science» erschienen.<sup>4</sup>

### Dank

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

### Literatur und Internet-Links

1. Imdorf, A.; Charrière, J.-D.; Kilchenmann, V.; Bogdanov, S.; Fluri, P. (2003) Strategie zur alternativen Bekämpfung von *Varroa destructor* in Zentraleuropa ([www.apis.admin.ch](http://www.apis.admin.ch) unter Krankheiten und Varroa).
2. Charrière, J.-D. et al. (2004) Bienenverträglichkeit von Varroabehandlungen im Winter. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 127(4): 19–23.
3. Berger, M. (2003) Oxalsäure-Verneblung mit meinem «apiSTAR». *Schweizerische Bienen-Zeitung* 126(7): 16–17.  
Weitere Informationen auf: [www.apistar.ch](http://www.apistar.ch)
4. Dietemann, V.; Imdorf, A.; Kuhn, R.; Löttscher B. (2010) Etappen zur Entwicklung einer Ultraschall-Behandlung mit Oxalsäure gegen die Varroa-Milbe. *ALP science* Nr. 533. (Im Internet herunterladen unter: [www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/1267015865\\_as533.pdf](http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/1267015865_as533.pdf)).