

Interbran Nature GmbH in Kooperation mit der Universität Hohenheim

Eine neue Applikationsmethode für Ameisensäure zur nachhaltigen Bekämpfung der Varroamilbe (*Varroa destructor*) in Bienenvölkern

Abschlussbericht über ein Forschungsprojekt gefördert unter dem Az: 35578 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Jessica Pfalzer, Jan Schiemer, Dr. Peter Rosenkranz, Dr. Uli Ernst und Dr. Kirsten Traynor

Mai 2023

06/02

Projektkennblatt
der

Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	35578/01-43/0	Referat	Fördersumme	124.604€
----	----------------------	---------	-------------	-----------------

Antragstitel Eine neue Applikationsmethode für Ameisensäure zur nachhaltigen Bekämpfung der Varroamilbe (*Varroa destructor*) in Bienenvölkern

Stichworte Honigbiene, *Varroa*, Applikationssystem, Ameisensäure

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
3 Jahre	24.02.2020	22.02.2023	4/4

Zwischenberichte	24.10.2020	24.07.2021	24.02.2022
------------------	------------	------------	------------

Bewilligungsempfänger Interbran Nature GmbH
Karl-Lösch-Str. 2
67360 Lingenfeld

Tel +49 (0) 1718179552

Projektleitung:

Jan Schiemer

Bearbeiter:

Jessica Pfalzer

Kooperationspartner Universität Hohenheim
Dr. Peter Rosenkranz / Dr. Kirsten Traynor / Dr. Uli Ernst

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Die Varroamilbe ist einer der Hauptursachen für Winterverluste bei Bienenvölkern. Durch das enorme Vermehrungspotenzial (von Frühjahr bis Herbst kann die Varroapopulation um das 50-fache zunehmen) sind alle Bienenvölker durch den Varroabefall zwangsläufig gefährdet. Die Varroamilbe schädigt die Bienen und die Bienenbrut durch die Aufnahme von Hämolymphe und Fettkörper, wobei Bienenviron übertragen und aktiviert werden.

Zur Bekämpfung der Milbe stehen nur wenige synthetische Mittel, verschiedene organische Säuren und ätherische Öle zur Verfügung. Allerdings ist die Ameisensäure der einzige varroazide Wirkstoff, der durch den Zelldeckel in die Brutzellen dringt und dort die reproduzierenden Milben direkt schädigt oder abtötet. Zudem gibt es bisher keine Anzeichen von Resistenzen bei den Milben.

Alle bisher entwickelten Applikationssysteme für Ameisensäure haben den Nachteil, dass sie entweder sehr umständlich in der Anwendung sind oder keine kontinuierliche Verdunstung garantieren können und es somit zu vielen Schäden an der adulten Biene, der Brut oder der Königin kommt.

Daher möchten wir in diesem Projekt das sogenannte Bee-Pad entwickeln, ein System, das die Bekämpfung der Varroamilbe mit Ameisensäure einfach und sicher gestaltet.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Entwicklung des Bee-Pads hat in drei Arbeitsschritten stattgefunden: Laborversuche, Freilandversuche und Feldversuche.

In den Laborversuchen hat die grundlegende Entwicklung stattgefunden, sowie die weitere Optimierung in den Monaten Oktober bis Mai. Durch die Freilandversuche in Bienenvölkern der Universität Hohenheim konnte die tägliche Verdunstungsrate ermittelt werden, und somit geprüft werden, ob die Ameisensäure aus dem Bee-Pad auch bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen kontinuierlich abgegeben wird. Durch Feldversuche mit freiwilligen Imkern konnte durch Ermittlung des natürlichen Milbenfalls die Wirksamkeit geprüft werden. Außerdem konnten wir so ein Feedback zum Handling des Bee-Pads erhalten.

Ergebnisse und Diskussion:

Durch zwei Behandlungen mit dem Bee-Pad konnte eine Effizienz von 89% erreicht werden. Wurde im Vergleich dazu mit dem Nassenheider Verdunster behandelt, so lag die Effizienz bei 85%.

Auch in unserem Feldversuch haben nach der Anwendung des Bee-Pads 89% der Völker einen geringen Milbenfall, so dass keine weitere Behandlung notwendig ist.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation:

Unsere Forschungsarbeit wurde während der Projektlaufzeit in verschiedene Zeitungen und Zeitschriften vorgestellt. Eine genaue Aufstellung enthält der Abschlussbericht.

Fazit:

Das Projektziel, eine wirksame, einfache und sichere Behandlungsmethode zur Bekämpfung der Varroamilbe zu entwickeln, ist uns innerhalb der drei Projektjahre gelungen. Das Bee-Pad gibt durch seinen innovativen Aufbau über mehrere Tage kontinuierlich Ameisensäure ab. Dadurch ist die Wirksamkeit vergleichbar zu den bisher auf dem Markt vorhandenen Systemen. Da das Bee-Pad bereits gebrauchsfertig ist, ist die Behandlung allerdings wesentlich einfacher und sicherer. Außerdem ist die Behandlung mit dem Bee-Pad auch bei Temperaturen bis zu 35°C möglich, wodurch die Applikation noch anwenderfreundlich ist.

Inhalt

Projektkennblatt.....	1
Zusammenfassung.....	2
Anlass und Zielsetzung des Projekts.....	2
Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden.....	4
Laborversuche	4
Freilandversuche	5
Feldversuche	6
Ergebnisse	7
Wirksamkeit.....	8
Effizienz	11
Brutbewertung	13
Säuremenge.....	15
Handling des Bee-Pads	16
Fazit und Ausblick.....	17
Öffentlichkeitsarbeit.....	18
Abbildungsverzeichnis.....	19

Zusammenfassung

Innerhalb von drei Projektjahren wurde eine Vielzahl von Versuchen durchgeführt, um eine neue Applikationsmethode der Ameisensäure zur Bekämpfung der Varroamilbe zu entwickeln. Die Versuche wurden sowohl im Labor in Lingenfeld, als auch im Freiland bei unseren Kooperationspartnern, der Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim, dem Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg (CVUA) und der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) durchgeführt.

Nach der Entwicklung verschiedener Prototypen konnte das Bee-Pad so optimiert werden, dass es als neue Behandlungsmethode etabliert werden konnte. Die Wirksamkeit konnte bei gleichzeitig geringen Nebenwirkungen gezeigt werden und die Anwendung ist sicher und einfach für den Imker.

Anlass und Zielsetzung des Projekts

Honigbienen sind nach wie vor unverzichtbar als Bestäuber für Kultur- und Wildpflanzen. Als „Generalisten“ unter den Bestäubern umfasst ihr Nahrungsspektrum ca. 80% der bekannten Blütenpflanzen.

Honigbienen stehen aber wie die wildlebenden Insektenbestäuber zunehmend unter Druck durch Fragmentierung der Landschaft, Intensivierung der Landwirtschaft, Einsatz von Pestiziden sowie der Verbreitung invasiver Pathogene.

Für die Gesundheit der Honigbienen stellt die Varroamilbe (*Varroa destructor*) das mit Abstand größte Problem dar. Der ursprünglich aus Asien stammende Parasit wurde vor 40 Jahren nach Deutschland eingeschleppt und hat sich inzwischen weltweit verbreitet. Die Varroamilbe schädigt die Bienen und die Bienenbrut durch die Aufnahme von Hämolymphe und Fettkörper, wobei Bienenviren übertragen und aktiviert werden. Die Fortpflanzung der Milben findet ausschließlich innerhalb der verdeckelten Bienenbrutzellen statt, die hierfür kurz vor der Zellverdeckelung von den weiblichen Milben aufgesucht werden.

Durch das enorme Vermehrungspotenzial (von Frühjahr bis Herbst kann die Varroapopulation um das 50-fache zunehmen) sind alle Bienenvölker durch den Varroabefall zwangsläufig gefährdet. Die kritische Phase für Schäden ist der Spätsommer und Herbst, wenn die Varroapopulation ihr Maximum erreicht hat und das Bienenvolk als Vorbereitung auf den Winter (a) die Bienenpopulation reduziert und (b) mit der Produktion langlebiger Winterbienen beginnt. Eine Schädigung dieser Winterbienen gefährdet in hohem Maße die Überwinterungsfähigkeit eines Bienenvolkes. Nationale und internationale Monitoringprojekte bestätigen eindeutig den Faktor „Varroa“ als Hauptursache für Winterverluste von Bienenvölkern.

Ein grundsätzliches Problem der Varroabekämpfung ist, dass während der Saison, wenn Nektar eingetragen und Honig produziert wird, eine Bekämpfung ausdrücklich abgelehnt wird, um die Qualität des Honigs und das Vertrauen der Verbraucher nicht zu gefährden. Daher muss nach Ende der Honigernte – je nach Region Mitte Juli bis Mitte August – möglichst rasch und effektiv bekämpft werden. Hierfür stehen in Deutschland mehrere zugelassene Bekämpfungsmittel zur Verfügung, die allerdings auf nur wenigen, synthetischen Wirkstoffen (Flumethrin, Amitraz) bzw. organischen Säuren (Oxalsäure, Ameisensäure, Milchsäure) und ätherischen Ölen (vorwiegend Thymol) basieren.

Eine entscheidende Rolle bei den in Deutschland empfohlenen Bekämpfungskonzepten spielt die Ameisensäure. Sie wird im Bienenvolk über unterschiedliche Verfahren verdunstet und ist der einzige varroazide Wirkstoff, der durch den Zelldeckel in die Brutzellen dringt und dort die reproduzierenden Milben direkt schädigt oder abtötet.

Leider gibt es bei der Anwendung der Ameisensäure zwei Probleme, die bis heute nicht gelöst sind:

1. Eine gute Wirkung der Ameisensäure hängt von der konstanten Verdunstung einer bestimmten Ameisensäure Menge pro Zeiteinheit über mehrere Tage ab. Bei zu niedriger Verdunstung wird keine ausreichende Wirkung erreicht, bei zu hoher Verdunstung kommt es zu Brutschäden bis hin zu Bienenschäden oder gar Verlusten der Königin (z.B. Mite Away). Da die Verdunstungsrate wesentlich von der Umgebungstemperatur abhängt, wird die Anwendung der Ameisensäure meist nur für einen Temperaturbereich von 15°C – 25°C (max. 30°C) empfohlen. Nicht berücksichtigt werden dabei allerdings die realen mikroklimatischen Bedingungen am Bienenstand: Bienenvölker stehen meist ungeschützt im Freien und sind gegen Witterungseinflüsse mit einem Blechdeckel versehen. Bei entsprechender Sonneneinstrahlung werden unter diesem Deckel Temperaturen von über 60°C gemessen. Dadurch ergeben sich Temperaturspitzen, die derzeit von keinem Verdunstungssystem zufriedenstellend abgepuffert werden können.
2. Viele Applikationsverfahren (z.B. Nassenheider Verdunster, Liebig-Dispenser) sind relativ umständlich in der Applikation: Sie erfordern ein Befüllen mit offener Ameisensäure und eine Leierzarge als Verdunstungsraum.

So erfüllt keine der derzeit am Markt angebotenen Ameisensäure-Applikationen beide Anforderungen: (1) „temperaturunabhängige Verdunstungsraten“ und (2) „easy to apply“.

Ziel des Projektes war es, einen neuen Ansatz für eine wirksame, sichere und einfache Anwendung der Ameisensäure als Varroabekämpfungsmittel zu verfolgen. Die grundlegende Innovation bestand in der Entwicklung einer vollständig neuen Verdunstungsmatrix für die Ameisensäure.

Erstmals sollte mit expandiertem Perlit, einem neuen mineralischen Trägermaterial, das Problem der temperaturabhängigen Verdunstung der Ameisensäure gelöst werden. Perlit ist ein Vulkangestein, das durch Erhitzen auf bis zu 1000°C gebläht wird und dadurch ein Vielfaches seines Ursprungsvolumens annimmt. Das Trägermaterial ist offenporig und kann dadurch sowohl die Säure aufnehmen als auch wieder abgeben. Durch ein weitläufiges Kammersystem innerhalb des Perlits ist die Ameisensäure-Abgabe - im Gegensatz zu den aktuell verwendeten Materialien wie Stoff, Papier und Gel - relativ unabhängig von äußeren Bedingungen wie Temperatur und Feuchtigkeit.

Perlit und Ameisensäure werden miteinander gemischt und solange inkubiert, bis sich das Perlit mit der Säure vollgesaugt hat und eine feuchte Masse entsteht. In einer ersten Messreihe im Brutschrank konnte bestätigt werden, dass dieses Trägermaterial für die Verdunstung von 60% Ameisensäure (dies ist die einzige derzeit als Tierarzneimittel zugelassene Ameisensäure-Konzentration) weitgehend stabile Verdunstungsraten über mehrere Tage bei unterschiedlichen Temperaturen ermöglicht.

Das Pad soll so konzipiert sein, dass es durch eine geringe Höhe von maximal 2 cm direkt zwischen die Rähmchen und den Deckel gelegt werden kann und somit ohne Leierzarge und zusätzlichen Aufwand eingesetzt werden kann. Die Anwendung soll gebrauchsfertig sein, sodass kein Abmessen von offener Säure notwendig ist und dadurch eine gewisse Sicherheit für den Imker geboten wird.

Die Ameisensäure ist weltweit einer der wichtigsten und zudem umweltfreundlichen Wirkstoffe zur Bekämpfung der Varroose. Als eine der wenigen Substanzen ist Ameisensäure auch in der Bioimkerei zugelassen. Außerdem bildet die Varroamilbe gegen die Ameisensäure keine Resistenzen aus, was beispielsweise bei synthetischen Akariziden ein großes Problem darstellt. Dieses Projekt soll die Datenbasis und damit Voraussetzungen für die Entwicklung eines innovativen Produktes schaffen, das eine von der Außentemperatur unabhängige, sichere, wirksame und einfache Anwendung der Ameisensäure gewährleistet.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Laborversuche

Zur Entwicklung eines ersten Prototyps des Bee-Pads wurden zuerst Versuche im Labor durchgeführt: Erste Untersuchungen zeigten, dass sich expandiertes Perlit hervorragend als Trägermaterial für die Anwendung eignet. Perlit ist ein poröses mineralisches Material, das viel Flüssigkeit aufsaugen und diese dann wieder gleichmäßig abgeben kann. In den Laborversuchen wurde untersucht, welches Verhältnis von Perlit zu Ameisensäure die besten Ergebnisse liefert. Die Menge an Perlit muss so hoch sein, dass die gesamte Ameisensäure vollständig aufgesaugt wird, sodass es zu keiner „Schockdosis“ in den ersten Stunden der Behandlung kommt und dadurch Schäden am Volk entstehen. Gleichzeitig darf die Menge an Perlit nicht zu hoch sein, da das System sonst zu dick wird und nicht mehr zwischen Rähmchen und Deckel passt.

Um die Verdunstung der Ameisensäure gezielt zu hemmen und dadurch eine zu hohe Abgabe besonders an den ersten Tagen der Behandlung zu verhindern, wurde das mit Ameisensäure getränkte Perlit in ein Verpackungssystem aus diffusionsoffenen und diffusionsdichten Folien eingebracht. Hierbei ist zu beachten, dass nicht alle Kunststoffe beständig gegen Ameisensäure sind. Neben verschiedenen Fluorkunststoffen, die eher kostenintensiv sind, ist Polyethylen (PE) ein einfacher, günstiger und beständiger Kunststoff, der sich für unsere Anwendung eignet. Das Applikationssystem wurde so konzipiert, dass die Ameisensäure nur gerichtet in eine Richtung verdunsten kann, sodass das System unabhängig von der Beutenkonstruktion eingesetzt werden kann.

Der erste Entwurf eines Prototyps bestand aus einem Pad aus einer diffusionsoffenen PE-Folie und diffusionsdichten PE-Folie. Beide Folien wurden an den Rändern miteinander mit Hitze verschweißt und mit einer Mischung aus Ameisensäure und Perlit gefüllt. Die diffusionsoffene Folie wurde mit einem Klebeband dicht verschlossen, sodass während der Lagerung und des Transportes vorab keine Ameisensäure entweichen kann. Das Klebeband kann dann vom Imker vor Beginn der Behandlung einfach abgezogen werden und das Bee-Pad ist bereit für die Anwendung.

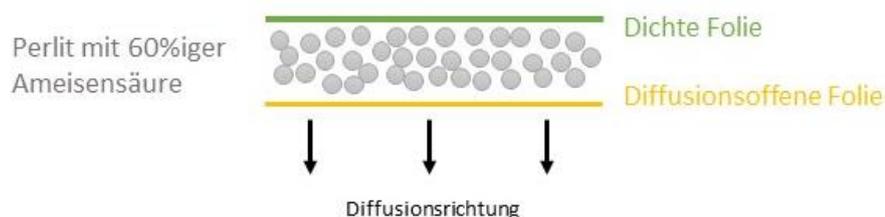


Abbildung 1: Skizze des erster Prototyps Bee-Pad

Um vorab zu untersuchen, wie hoch die tägliche Verdunstungsmenge im Bienenstock etwa sein wird, wurden in einem Klimaschrank die klimatischen Bedingungen, d.h. Temperatur, Feuchtigkeit und Luftbewegung simuliert. Das Pad wurde über eine Woche darin gelagert und immer zum selben Zeitpunkt morgens und abends gewogen. Durch den Gewichtsverlust konnte ermittelt werden, wie viel Ameisensäure aus dem Pad verdunstet ist. In einer groß angelegten Versuchsreihe wurden in den ersten Wochen des Projekts verschiedene Folientypen, Perlittypen sowie verschiedene Mischungsverhältnisse von Ameisensäure und Trägermaterial untersucht.

Pad Varianten, die die richtige Menge an Ameisensäure über mehrere Tage abgeben konnten, wurden anschließend an der Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim in Freilandversuch unter realen Bedingungen im Bienenstock getestet.

Die aus dem Freilandversuch gewonnenen Daten wurden genutzt, um das Pad parallel im Labor weiterzuentwickeln. Da das Zeitfenster, in dem das Pad unter echten Bedingungen geprüft werden kann, auf wenige Wochen im Jahr begrenzt ist, waren die Versuche unter simulierten Bedingungen von großer Bedeutung.

Freilandversuche

2020 konnten so im Rahmen einer Masterarbeit verschiedene Prototypen unter verschiedenen klimatischen Bedingungen im Freilandversuch getestet werden. Insgesamt standen zwölf Völker zur Verfügung, die aufgeteilt in zwei Gruppen abwechselnd jeweils eine Woche mit dem Bee-Pad behandelt wurden. Natürlich immer unter der Voraussetzung, dass die Völker in einem guten Zustand waren. Da die Völker somit häufiger als gewöhnlich behandelt wurden, konnten keine Rückschlüsse zur Wirksamkeit gezogen werden und nur die Handhabung und die tägliche Verdunstungsrate konnte untersucht werden.

Der Versuchsablauf war bei jedem Durchgang identisch: Die einsatzbereiten Pads wurden aus ihrer Umverpackung entnommen und die diffusionsoffene Seite, welche mit Klebeband verschlossen ist, wurde freigelegt. Anschließend wurden die Pads einzeln gewogen und mit der diffusionsoffenen Seite nach unten auf die Oberträger der Rähmchen der oberen Zarge gelegt. Daneben jeweils ein iButton-Datenlogger, welcher aufgrund seiner kleinen Größe und zum Schutz vor dem Hygieneverhalten der Bienen in einen Königinnenkäfig gelegt wurde. Des Weiteren wurde jeweils ein Datenlogger - im Königinnenkäfig verpackt - auf der Fluglochseite des Bienenstandes in der Sonne und einer am Schattenstandort deponiert. Die Bienenbeute wurde anschließend mit Folie, Innendeckel und Außendeckel verschlossen. Pro Versuchsdurchgang wurden drei Völker am Schattenstandort (fast keine direkte Sonneneinstrahlung auf die Bienenvölker) und drei Völker am Sonnenstandort (mehrere Stunden pro Tag direkte Sonneneinstrahlung) mit den Ameisensäure-Pads behandelt. Die Pads wurden dann über eine Dauer von einer Woche zweimal täglich gewogen, um die Verdunstungsrate zu ermitteln. Des Weiteren wurde die Bienenverträglichkeit beobachtet, d.h. ob sich die Bienen (vor allem am Flugloch) auffällig verhalten und wie sich der Zustand der Bienenbrut und der Brutumfang verändert.



Abbildung 2: erster Versuch zum Testen des Prototyps



Abbildung 4: Zwei Pads und Datenlogger im Bienenvolk



Abbildung 3: Zweizargige Zanderbeuten mit Datenlogger am Flugloch

In den folgenden zwei Jahren konnte die Anzahl der notwendigen Versuche etwas reduziert werden, da hier nur noch wenige Optimierungen untersucht werden mussten und die Völker durch die Behandlung nur so gering wie möglich gestresst werden sollten.

Feldversuche

Um mehr Daten zur Wirkung, möglicher Nebenwirkungen und besonders zur Handhabung unseres Bee-Pads zu erhalten, wurden während der Projektlaufzeit insgesamt drei Feldversuche mit freiwilligen Imkern durchgeführt. 2020 haben zehn Imker aus dem Raum Stuttgart unsere Bee-Pads testen können, 2021 waren es bereits ca. 40 Imker aus Bayern und Baden-Württemberg. In unserem letzten Projektjahr haben knapp 90 Imker aus ganz Deutschland an unserem Feldversuch teilgenommen.

Die Imker haben dabei das Bee-Pad im Vergleich zu einem anderen bereits auf dem Markt vorhanden System getestet. Dazu wurden die Bienenvölker in Testvölker (Behandlung mit dem Bee-Pad) und Vergleichsvölker (Behandlung mit einem anderen System) eingeteilt. Mit welchem anderen System wie beispielsweise Nassenheider Verdunster, Liebig Dispenser oder Schwammtuch, und mit welcher Ameisensäuremenge die Vergleichsgruppe behandelt wurde, legten die Imker selbst fest. Auch den Zeitpunkt der Behandlung bestimmten die Imker nach eigenem Ermessen. Nur die Behandlungsdauer mit den Bee-Pads wurde auf sieben bis zehn Tage festgelegt. Um vergleichbare Ergebnisse zu bekommen, sollte die Behandlung der Vergleichsgruppe, wenn möglich im gleichen Zeitraum stattfinden.

Um aussagekräftige Daten zu Wirkung und Nebenwirkung der Behandlungen zu erhalten, sollten an verschiedenen Zeitpunkten diverse Parameter wie Volkzustand, Milbenfall und Säuremenge notiert werden. So waren insgesamt 25-32 Tage für die gesamte Durchführung des Versuchs notwendig.



Abbildung 5: Versuchsablauf Feldversuch

Parallel dazu wurden an der Landesanstalt für Bienenkunde Hohenheim sowie bei unseren Kooperationspartnern am CVUA Freiburg und LWG Veitshöchheim zusätzliche Versuche unter wissenschaftlich exakten Bedingungen durchgeführt.

Ergebnisse

In unserem ersten Versuchsjahr 2020 konnten wir bereits nach wenigen Versuchen im Labor und anschließenden Versuchen im Freiland einen guten Prototypen entwickeln, der über mehrere Tage kontinuierlich die gewünschte Ameisensäuremenge abgibt. Dieses Ergebnis konnte auch in unserem ersten Feldversuch bestätigt werden.

Anhand des Feedbacks der Imker wurde der Prototyp weiterentwickelt und in einem zweiten Feldversuch getestet. Leider war der Sommer 2021 eher kühl und feucht, weshalb die Abgabe der Pads teilweise zu niedrig war. Daher wurde zusätzlich das Power Pad entwickelt, welches zwar auch aus Perlit, Ameisensäure und verschiedenen Folien besteht, aber durch einen abweichenden Aufbau für die richtige Ameisensäurekonzentration an kälteren Tagen sorgt. So kann das Power Pad bei Temperaturen unter 20°C zum Bee-Pad hinzugelegt werden und der Imker erhält eine wirksame Behandlung.

Die aussagekräftigsten Daten konnten allerdings 2022, nach Abschluss aller Entwicklungsarbeiten erzielt werden. In diesem Jahr wurden insgesamt 419 Bienenvölker mit dem Bee-Pad und 393 Völker im Vergleich dazu mit einem anderem Ameisensäure-System behandelt.

Die Auswertungen der Ergebnisse des Feldversuchs zeigen, dass das Bee-Pad eine gute Wirksamkeit bei gleichzeitig geringen Nebenwirkungen und einer einfachen Handhabung bietet.

Wirksamkeit

Um zu ermitteln, wie hoch der Milbenbefall ist, wurde 3-5 Tage vor dem Start der Behandlung eine geölte Bodeneinlage unter den Gitterboden des Bienenkastens (von den Imkern auch „Gemüllwindel“ genannt) eingelegt und gefallenen Milben anschließend ausgezählt.

Rechnet man anschließend den Milbenfall auf die Milben pro Tag um, so ergibt sich ein in Praxis und Forschung gängiges Maß für die Befallsstärke und daraus lassen sich die weiteren Maßnahmen bestimmen.

Sind 0-5 Milben pro Tag gefallen, so ist der Milbenfall nur gering und es ist keine Behandlung notwendig. Von einem erhöhten Milbenfall spricht man bei 5-10 Milben pro Tag, hier sollte mit der Behandlung möglichst innerhalb einer Woche begonnen werden. Fallen bereits 10-20 Milben pro Tag, ist der Befall stark und die Behandlung sollte zeitnah, also innerhalb weniger Tage starten. Bei einem sehr starken Befall, d.h. mehr als 20 Milben / Tag, sollte sofort eine Behandlung durchgeführt werden.

Ein Großteil der Völker (72% der Testvölker und 67% der Vergleichsvölker) hatten bereits vor der Behandlung einen geringen Milbenfall mit weniger als 5 Milben pro Tag. Hier wäre eine Behandlung noch nicht zwingend notwendig gewesen. Allerdings gab es in beiden Gruppen auch Ausreißer nach oben mit mehr als 70 Milben pro Tag.

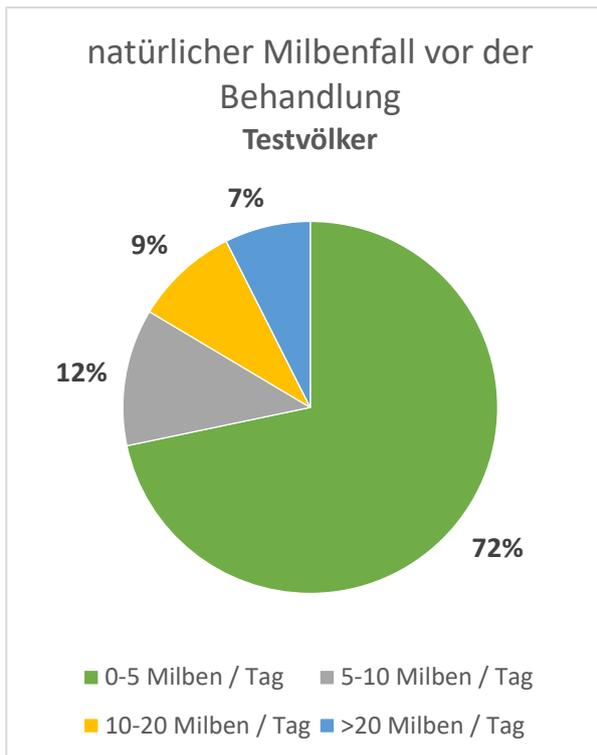


Abbildung 6: natürlicher Milbenfall vor der Behandlung Testvölker (n=378)

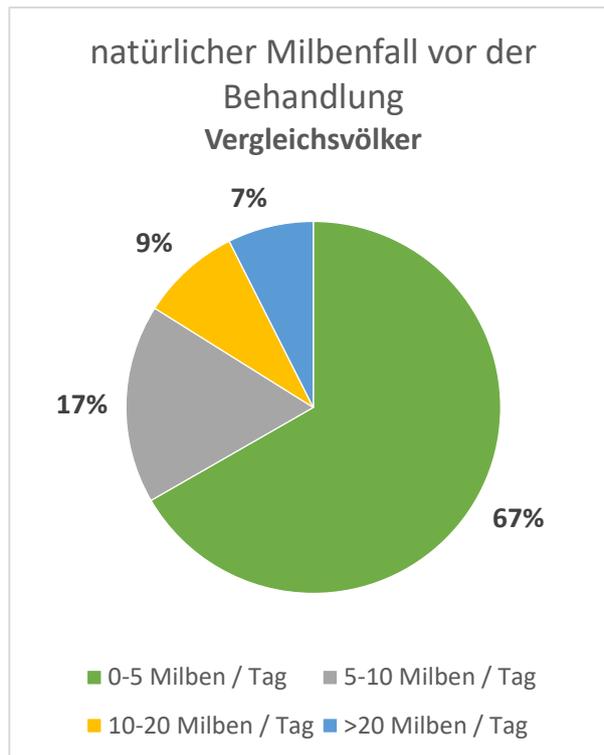


Abbildung 7: natürlicher Milbenfall vor der Behandlung Vergleichsvölker (n= 324)

Vor dem Start der Behandlung wurden die Ölwindeln erneuert, um die Milben während der Behandlung mit Ameisensäure zu ermitteln. Durchschnittlich sind bei den Testvölkern 287 Milben gefallen ($s=555,41$) und bei der Vergleichsgruppe 222 Milben ($s=366,04$). Maximal sind allerdings bis zu 4.000 bzw. 3.000 Milben gefallen.

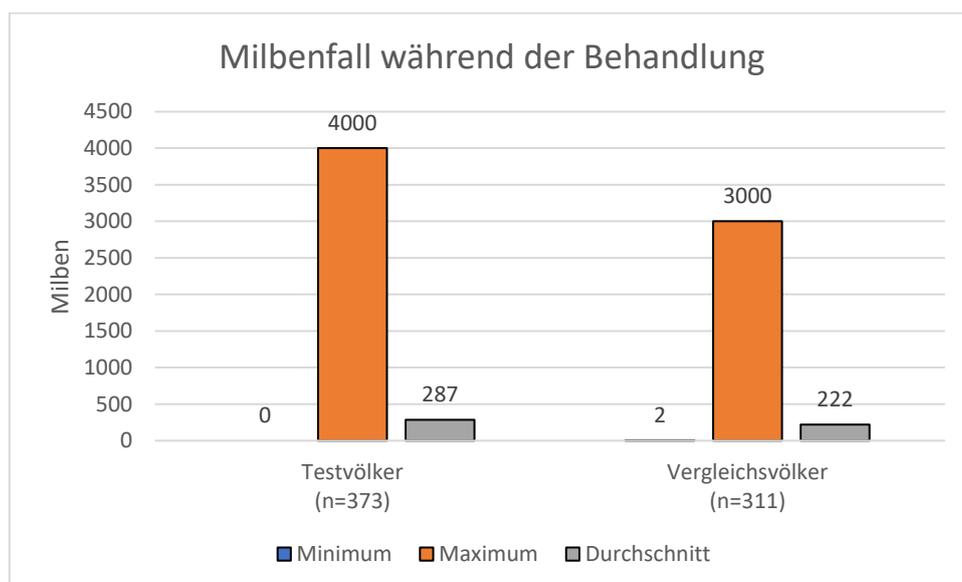


Abbildung 8: Milbenfall während der Behandlung mit Ameisensäure

Bis zu 12 Tage nach Ende der Behandlung fallen noch Milben durch den Einfluss der Ameisensäure. Ameisensäure wirkt als einziges Mittel auch in der Brut, d.h. stirbt eine Milbe innerhalb der verdeckelten Brut, fällt sie erst beim Schlüpfen der Jungbiene und somit erst bis zu 12 Tage später. Daher wurde nach Ende der Behandlung die Gemüllwindel erneut gewechselt, um die Milben in der Nachwirkzeit zu erfassen. Auch in der Nachwirkzeit sind noch bis zu 1800 bzw. 2300 Milben gefallen, durchschnittlich aber nur 64 bzw. 79 Milben ($s=123,17$ bzw. $180,72$)

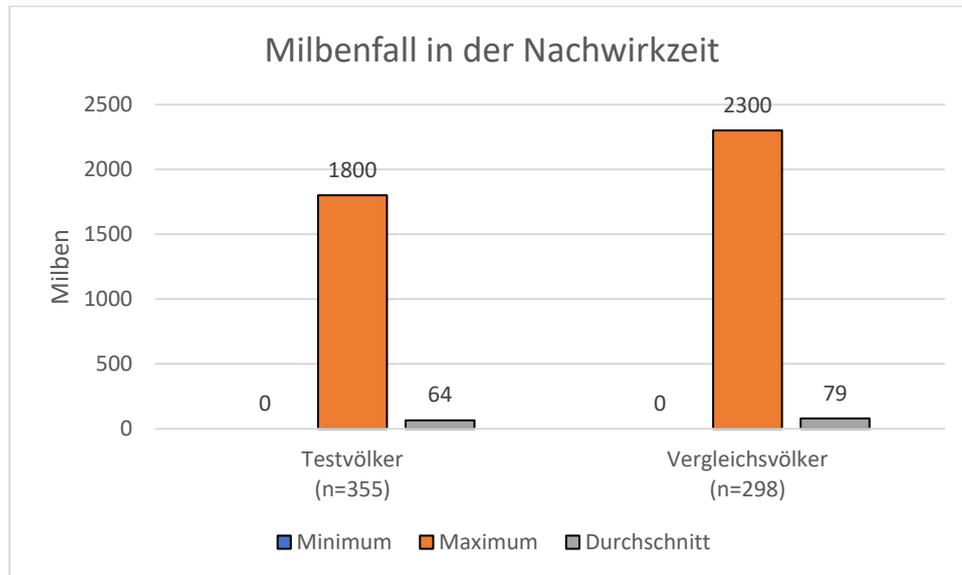


Abbildung 9: Milbenfall in der Nachwirkzeit

Um den Erfolg der verschiedenen Behandlungsmethoden festzustellen, sollte nach der Behandlung und nach der Nachwirkzeit der natürliche Milbenfall erneut ermittelt werden. Betrachtet man die Gesamtheit der beiden Gruppen, so haben 89% der Testvölker und 92% der Vergleichsvölker einen geringen Milbenfall von unter 5 Milben pro Tag. Somit ist keine weitere Behandlung notwendig. Jeweils ca. 5 % der Völker haben noch einen erhöhten Befall. Bei 2% bzw. 1% der Völker ist der Befall nach der Behandlung immer noch sehr stark.

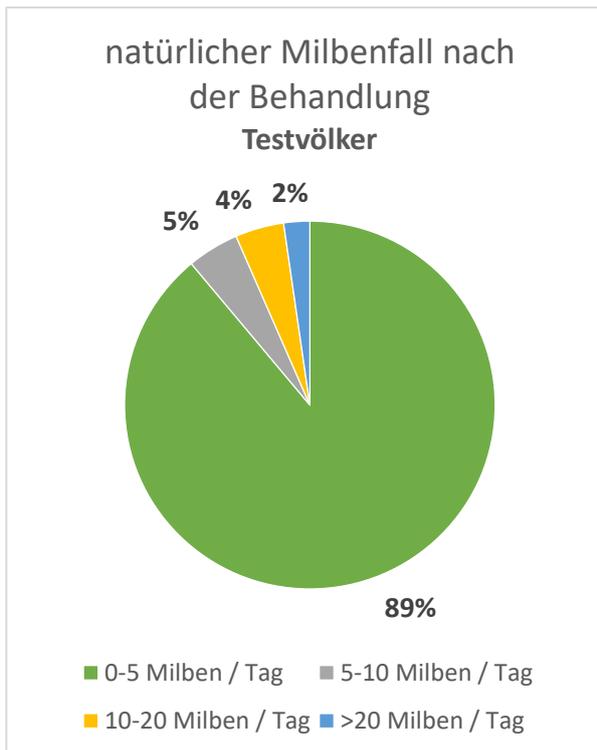


Abbildung 10: natürlicher Milbenfall nach der Behandlung; Testvölker (n= 353)

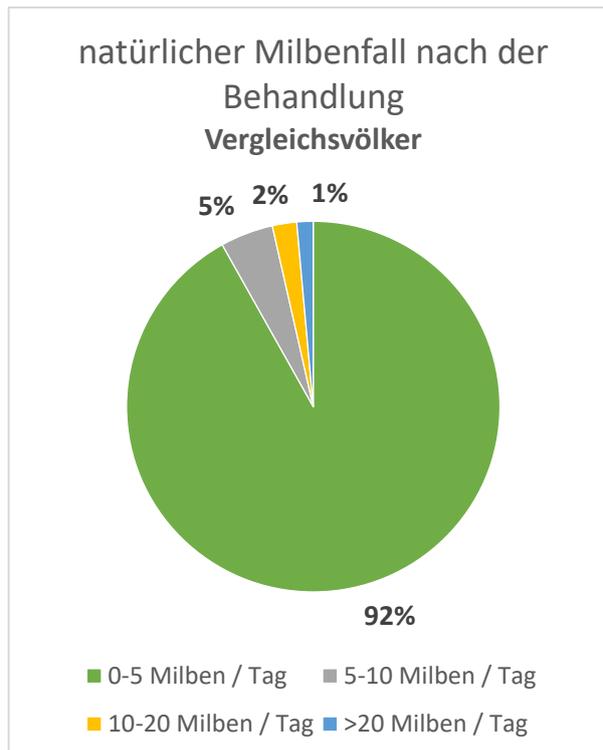


Abbildung 11: natürlicher Milbenfall nach der Behandlung; Vergleichsvölker (n=284)

Effizienz

Unsere Kooperationspartner an der Universität Hohenheim und am CVUA Freiburg haben außerdem die genaue Effizienz der Bee-Pads im Vergleich zum Nassenheider Verdunster, Liebig Dispenser und Formic Pro (Weiterentwicklung der MAQS Streifen von NOD Apiary) ermittelt, in dem sie nach Abschluss der Ameisensäure Behandlung ein Restentmilbung mit einem synthetischen Mittel durchgeführt haben.

In Hohenheim wurden zehn Bienenvölker mit dem Liebig Dispenser, elf Völker mit dem Nassenheider Verdunster, zwei Völker mit Formic Pro und acht Völker mit dem Bee-Pad behandelt. Alle Völker standen auf zwei Zargen und haben nur eine Ameisensäure Behandlung erhalten. Anschließend wurde zur Bestimmung der Effizienz mit Apivar behandelt. Mit dem Liebig Dispenser konnte eine Effizienz von durchschnittlich 93% erreicht werden, mit dem Nassenheider Verdunster von 91%, mit Formic Pro sogar 95% und mit dem Bee-Pad 75%. Zu beachten ist dabei allerdings, dass bei der Behandlung mit dem Nassenheider und dem Liebig Dispenser mit 550ml (entspricht 627g) fast die doppelte Menge an Säure eingesetzt wurde wie in der Standardgebrauchsanweisung vorgegeben. Damit erreicht man eine sehr gute Wirksamkeit, allerdings nur unter Inkaufnahme heftiger Nebenwirkungen in Form starker Schäden am Volk. Jeweils zwei Völker, die mit dem Liebig Dispenser und dem Nassenheider behandelt wurden, sind kurz nach dem Einbringen der Säure gestorben. Die verursachten Schäden durch den hohen Ameisensäure Einsatz spiegeln sich auch im extremen Bienen-Totenfall wieder: Bei der Behandlung mit dem Liebig Dispenser und Nassenheider Verdunster sind mehrere Tausend Bienen während der Behandlung gestorben. Dieser enorme Bientotenfall konnte nicht mehr gezählt werden, sondern die Anzahl musste über das Gewicht der toten Bienen ermittelt werden. Den maximalen Wert erreicht Volk 106 mit ca. 8.000 toten Bienen. Bei der Behandlung mit dem Bee-Pad sind im Schnitt je Volk lediglich ca. 100 Bienen gestorben. Dies zeigt, dass mit dem Bee-Pad die

Applikation der Ameisensäure viel schonender stattfindet und damit das Bienenwohl erheblich besser berücksichtigt wird. Hinter den Versuchen mit dem Nassenheider Verdunster und Liebig Dispenser stand das Ziel, eine Wirksamkeit von 95% zu erreichen - unabhängig von Nebenwirkung – damit die Ameisensäure auch nach Ablauf der Übergangsfrist der Standardzulassung weiterhin angewendet werden kann. Wir hingegen hatten das Ziel, ein optimales Verhältnis und eine sinnvolle Balance von eingesetzter Säuremenge zur guten Wirksamkeit der Behandlung bei gleichzeitiger Vermeidung von Nebenwirkungen zu erhalten. Wir halten es für unabdingbar, dass die Behandlungen im Einklang mit ethischen Überlegungen hinsichtlich des Lebens der Biene erfolgen müssen und daher im Zweifel lieber eine etwas geringere Wirksamkeit akzeptiert werden sollte. Denn „alle Ding sind Gift und nichts ohn Gift. Allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist.“ (Paracelsus, 1538)

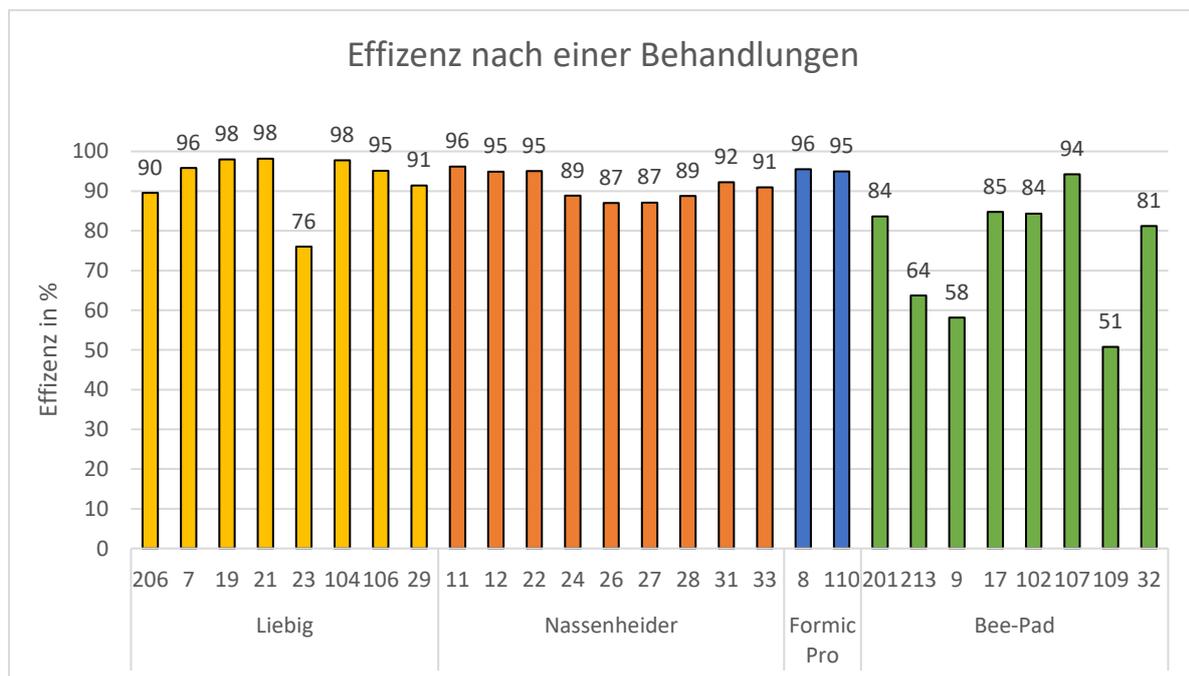


Abbildung 12: Effizienz nach einer Behandlung im Vergleich

Eine deutlich höhere und damit definitiv ausreichende Wirksamkeit kann aber durch eine Wiederholung der Behandlung erreicht werden. Bei unserem Kooperationspartner am CVUA in Freiburg wurde die Effizienz von zwei Behandlungen untersucht. Geleitet wurden die Versuche von Dr. Manuel Tritschler und durchgeführt von Martin Böhler und Dr. Florian Wüst.

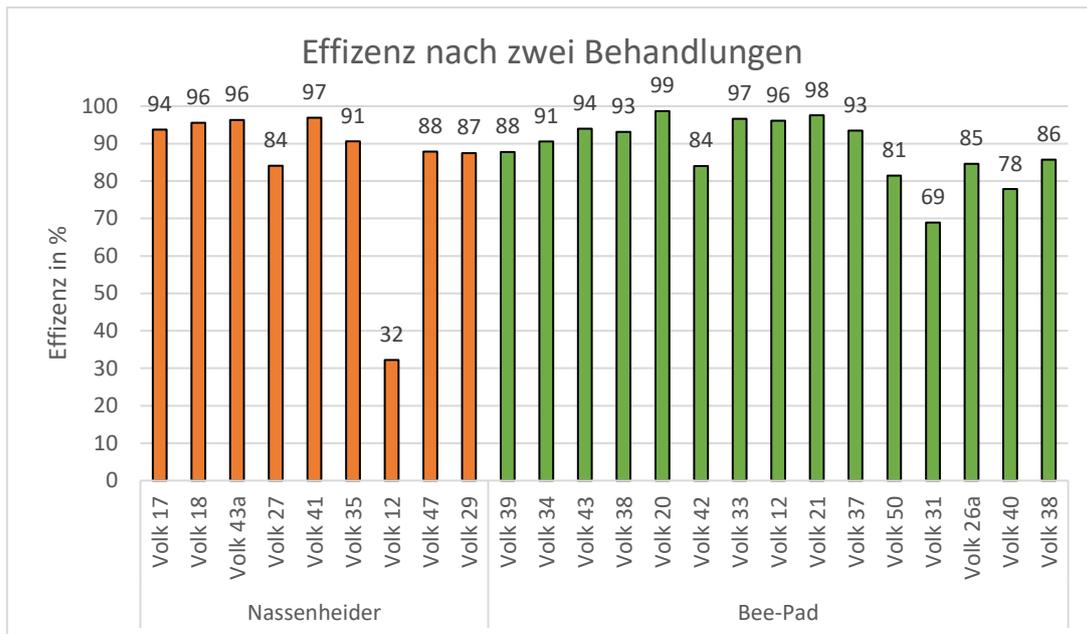


Abbildung 13: Effizienz nach zwei Behandlungen im Vergleich

Neun Völker wurden zweimal mit dem Nassenheider Verdunster behandelt und im Vergleich dazu 15 Völker zweimal mit dem Bee-Pad. Bei der Behandlung mit dem Nassenheider wurden jeweils 230ml eingesetzt. Anschließend wurde eine Restentmilbung mit Bayvarol durchgeführt. Bei der Behandlung mit dem Nassenheider Verdunster konnte eine Wirksamkeit von 85% erreicht werden und bei der Behandlung mit dem Bee-Pad sogar 89%.

Brutbewertung

Um in etwa abzuschätzen, welche Nebenwirkungen auf die Bienenbrut durch die jeweiligen Behandlungen entstanden sind, habe die Imker des Feldversuchs nach der Behandlung eine Brutbewertung durchgeführt. Hierbei wurde subjektiv abgeschätzt, ob sich viel, mittel, wenig oder keine Eier, offene Brut und verdeckelte Brut im Stock befindet.

In beiden Versuchsgruppen haben nach Ende der Behandlung jeweils ein Drittel der Völker mittel, wenig oder keine Eier mehr. Nur 3 bzw. 4% der Völker haben noch viele Eier.

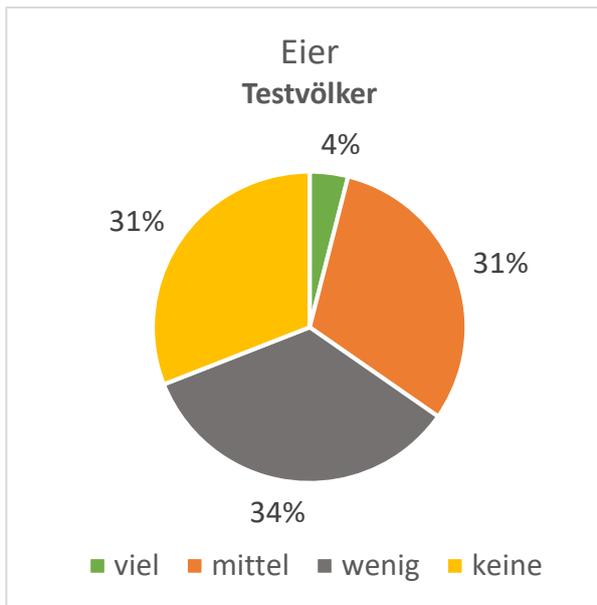


Abbildung 14: Brutbewertung, Eier; Testvölker (n= 481)

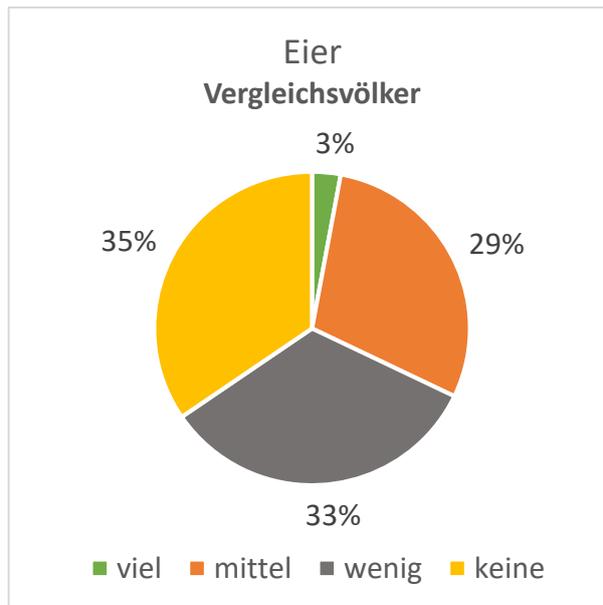


Abbildung 15: Brutbewertung, Eier; Vergleichsvölker (n=411)

Etwa das gleiche Bild zeigt sich bei der Einschätzung der offenen Brut: jeweils ca. 1/3 der Völker hat noch mittel, wenig oder keine offene Brut. Nur wenige Prozent haben noch viel offene Brut nach der Behandlung.

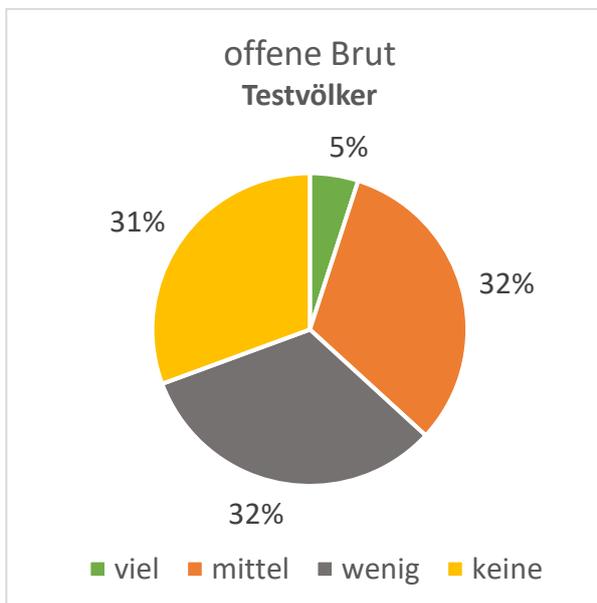


Abbildung 16: Brutbewertung, offene Brut; Testvölker (n=483)

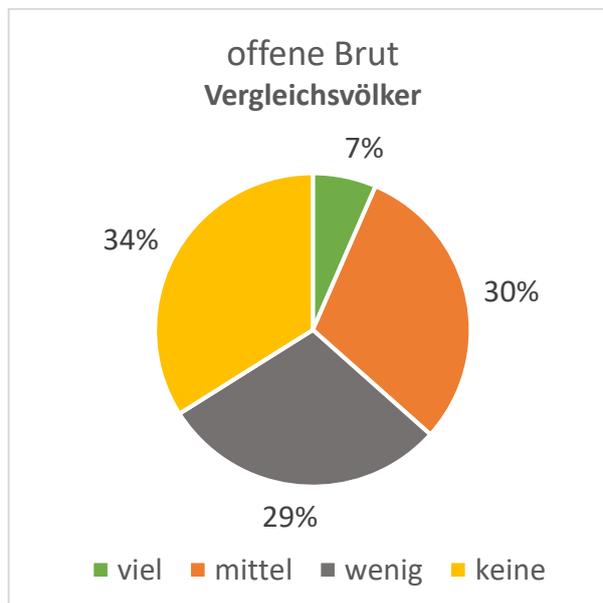


Abbildung 17: Brutbewertung, offene Brut; Vergleichsvölker (n= 415)

Die verdeckelte Brut ist etwas weniger anfällig gegenüber der Ameisensäure, daher haben jeweils noch etwas mehr als 10% viel davon und nur ca. 20% keine mehr.

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass die Ergebnisse der Brutbewertung in beiden Gruppen nahezu identisch sind.

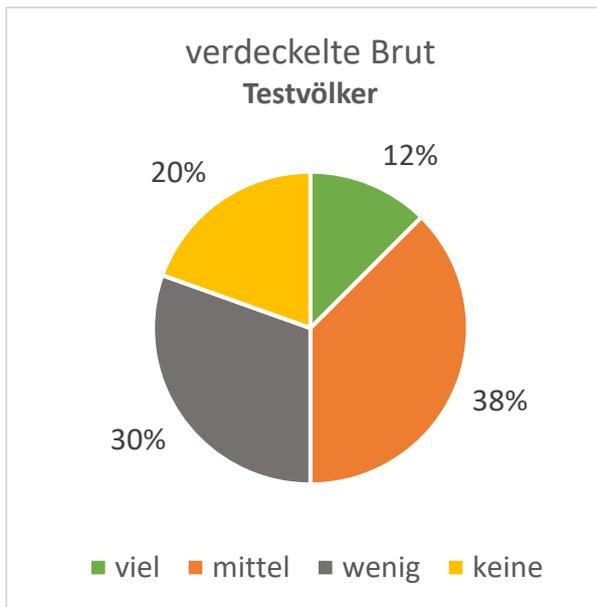


Abbildung 18: Brutbewertung, verdeckelte Brut; Testvölker (n= 482)

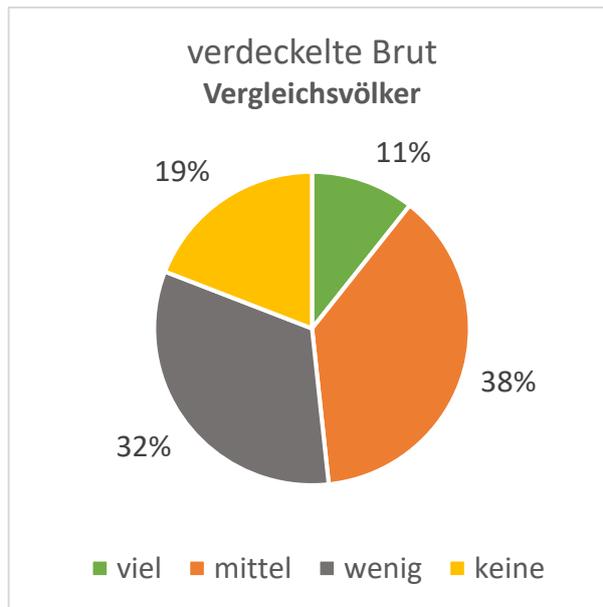


Abbildung 19: Brutbewertung, verdeckelte Brut; Vergleichsvölker (n=414)

Säuremenge

Durch den Verzicht der Leerzarge bei der Behandlung mit dem Bee-Pad ist der Verdunstungsraum geringer, wodurch weniger Ameisensäure eingesetzt werden muss. Dadurch kann die Belastung für das Volk reduziert werden.

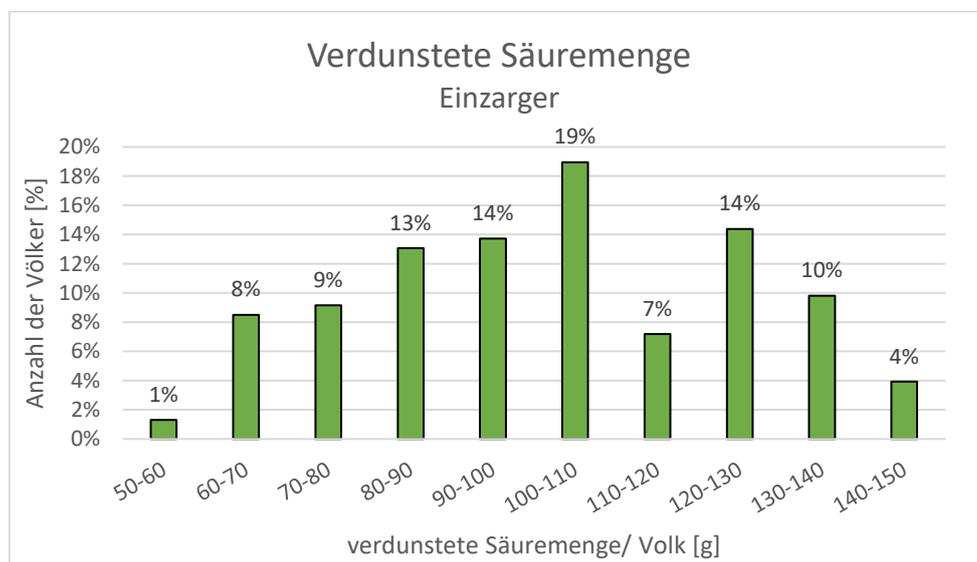


Abbildung 20: verdunstete Säuremenge Bee-Pad; Einzarger (n= 153)

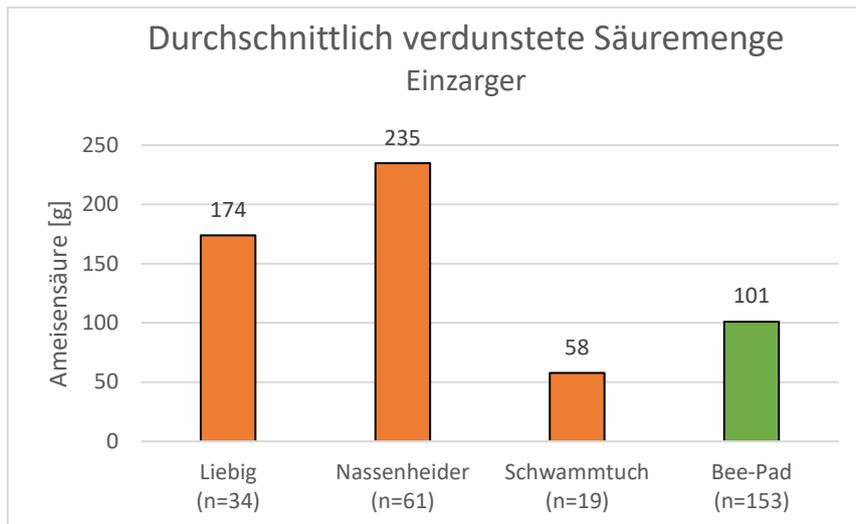


Abbildung 21: Durchschnittlich verdunstete Säuremenge

Die verdunstete Säuremenge der Pads wurde durch Wiegen vor und nach der Behandlung ermittelt. Bei Völkern mit einer Zarge sind durchschnittlich ca. 100g verdunstet. In einigen wenigen Fällen ist weniger als 60g Säure über die gesamte Behandlung verdunstet, teilweise ist aber auch die gesamte Säuremenge, d.h. 150g verdunstet. Im Vergleich zu anderen Langzeitbehandlungen wurde somit um einiges weniger Säure eingesetzt. Bei der Behandlung mit dem Schwammtuch wurde durchschnittlich knapp die Hälfte der Säuremenge eingesetzt. Diese Behandlungsmethode ist allerdings auch eine Kurzzeitbehandlung.

Handling des Bee-Pads

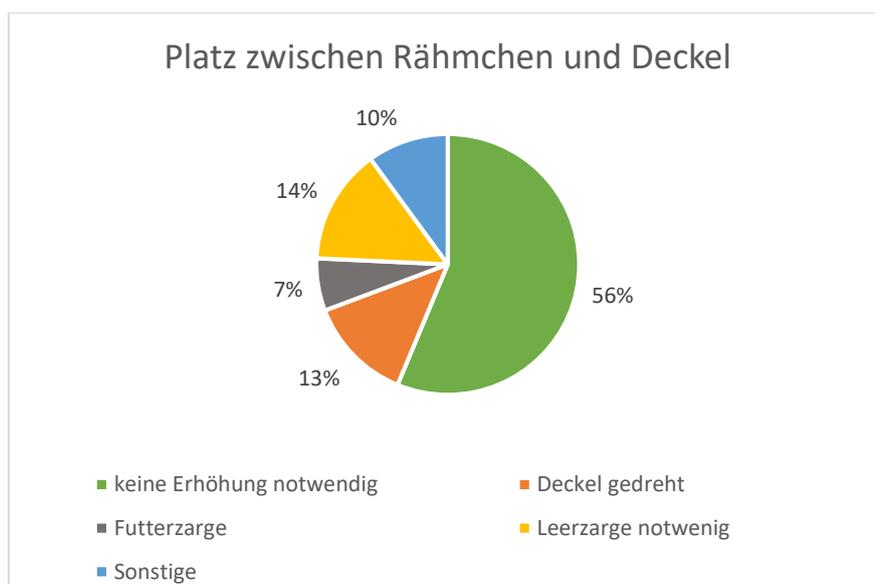


Abbildung 22: Anwendung Bee-Pad (n=400)

Ein Vorteil des Bee-Pads ist die leichte und schnelle Anwendung, vor allem, da in den meisten Fällen auf die Leerzarge verzichtet werden kann. 56% der Teilnehmenden haben daher keine Erhöhung benötigt. Bei 14% der Imker war der Platz zwischen Rähmchen und Deckel nicht ausreichend, sodass Sie eine Leerzarge aufsetzen mussten. Die restlichen Teilnehmenden konnten durch das Drehen des Deckels, einer Futterzarge oder einer sonstigen Erhöhung genug Platz schaffen.



Abbildung 23: Fotos Anwendung Bee-Pad (Bild links: Tobias Braun, Mitte: Edgar Loch, rechts: Nina Häcker)

Fazit und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir innerhalb der drei Jahre sehr gute Ergebnisse erzielen konnten und eine wirksame Applikationsmethode der Ameisensäure entwickeln konnten und somit das Projektziel erreicht wurde.

Das Bee-Pad ist **gebrauchsfertig** und somit **schnell** und **einfach** in der Anwendung. Der Imker muss mit dem Bee-Pad zukünftig nicht mehr mit offener Säure hantieren und hat damit eine **sichere** Behandlungsmethode.

Das zur Marktreife entwickelte Pad besteht aus einem Aufbau verschiedener Folien, wodurch eine gerichtete Diffusionsrichtung nach unten ins Volk entsteht. Gefüllt ist das Pad mit einem **mineralischen Trägermaterial** und 60%iger Ameisensäure ad. us. vet. Die Säure wird durch den innovativen Aufbau gezielt gehemmt, wodurch eine Depotwirkung entsteht und die Säure **kontinuierlich** über mehrere Tage abgegeben wird.

Die diffusionsoffene Folie ist für die Lagerung und den Transport mit einem Klebeband verschlossen, damit vorab keine Ameisensäure entweichen kann. Dieses wird vom Imker vor der Behandlung einfach abgezogen und das Pad wird anschließend auf die Rähmchen unter den Deckel gelegt.

Die **flexible Dosierung** ermöglicht es, dass abhängig von der Anzahl der Zargen ein oder zwei Pads ins Volk gegeben werden können.

Durch die geringe Höhe des Pads kann auf eine **Leertzarge verzichtet** werden. Das macht das System noch anwenderfreundlicher und **unabhängiger von der Außentemperatur**. Das Pad kann somit bei Außentemperaturen von 15°C bis 35°C verwendet werden.

In einer Vielzahl an Versuchen konnten wir die **gute Wirksamkeit** des Bee-Pads bei gleichzeitig **geringen Nebenwirkungen** im Vergleich zu anderen Ameisensäure Systemen (Nassenheider Verdunster, Liebig Dispenser, Schwammtuch etc.) zeigen. Durch den Verzicht der Leierzarge ist der Verdunstungsraum kleiner als bei anderen Dispensern, dadurch ist **weniger Säure** für die Behandlung notwendig.

Der weitere Fortgang des Projekts hängt von der Einschätzung des BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) ab, ob das Bee-Pad eine Zulassung als Tierarzneimittel benötigt. Ist dies der Fall, muss ein kostenintensives Zulassungsverfahren durchgeführt werden. Dieses kann die Interbran Nature GmbH als kleines Start-up finanziell alleine nicht stemmen und wäre dann auf die Unterstützung eines strategischen Partners angewiesen.

Öffentlichkeitsarbeit

Unser Forschungsarbeit wurde während der Projektlaufzeit in verschiedene Zeitungen und Zeitschriften vorgestellt:

18.05.2022: „Schutz von Honigbienen mit Ameisensäure-Pads“, DBU Pressemitteilung

16.06.2022: „Varroamilbe: Imker hoffen auf Lingenfelder Forscher“, Die Rheinpfalz, Christian Berger

11.07.2022: „Honigbiene in Not: Hilfe kommt auch aus der Pfalz“, Die Rheinpfalz, Christian Berger

30.06.2022: „Können diese Kissen die Ameisensäure retten?“, BBZ, Dr. Manuel Tritschler, Jessica Steiner und Jan Schiemer

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Skizze des erster Prototyps Bee-Pad.....	4
Abbildung 2: erster Versuch zum Testen des Prototyps	6
Abbildung 3: Zweizargige Zanderbeuten mit Datenlogger am Flugloch	6
Abbildung 4: Zwei Pads und Datenlogger im Bienenvolk.....	6
Abbildung 5: Versuchsablauf Feldversuch	7
Abbildung 6: natürlicher Milbenfall vor der Behandlung Testvölker (n=378)	9
Abbildung 7: natürlicher Milbenfall vor der Behandlung Vergleichsvölker (n= 324).....	9
Abbildung 8: Milbenfall während der Behandlung mit Ameisensäure	9
Abbildung 9: Milbenfall in der Nachwirkzeit.....	10
Abbildung 10: natürlicher Milbenfall nach der Behandlung; Testvölker (n= 353).....	11
Abbildung 11: natürlicher Milbenfall nach der Behandlung; Vergleichsvölker (n=284)	11
Abbildung 12: Effizienz nach einer Behandlung im Vergleich.....	12
Abbildung 13: Effizienz nach zwei Behandlungen im Vergleich.....	13
Abbildung 14: Brutbewertung, Eier; Testvölker (n= 481).....	14
Abbildung 15: Brutbewertung, Eier; Vergleichsvölker (n=411).....	14
Abbildung 16: Brutbewertung, offene Brut; Testvölker (n=483)	14
Abbildung 17: Brutbewertung, offene Brut; Vergleichsvölker (n= 415)	14
Abbildung 18: Brutbewertung, verdeckelte Brut; Testvölker (n= 482).....	15
Abbildung 19: Brutbewertung, verdeckelte Brut; Vergleichsvölker (n=414)	15
Abbildung 20: verdunstete Säuremenge Bee-Pad; Einzarger (n= 153).....	15
Abbildung 21: Durchschnittlich verdunstete Säuremenge	16
Abbildung 22: Anwendung Bee-Pad (n=400)	16
Abbildung 23: Fotos Anwendung Bee-Pad	17